

Морской



№ 1 (37)

М а р т

2 0 1 1

ISSN 1812-3694

Вестник

Morskoy Vestnik



**22 декабря 2010 года
на «Судостроительной фирме «Алмаз»
подписан акт приемки патрульного судна
ледового класса ПС-581, проекта 22120,
разработанного ПКБ «Петробалт», зав. №050.**

**Судно предназначено для контроля
за рыболовством**



Морской Вестник



№1(37)

м а р т

2 0 1 1

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 СПбГМУ

Члены совета:

С.П. Алексеев, генеральный директор ОАО «ГНИНГИ»
С.П. Андрущук, генеральный директор
ОАО «Системы управления и приборы»
С.О. Барышников, ректор СПбГУВК
Н.М. Вихров, генеральный директор
ЗАО «Канонерский судоремонтный завод»
Л.Г. Грабовец, генеральный директор ОАО «СФ "Алмаз"»
Г.В. Егоров, генеральный директор
ЗАО «Морское инженерное бюро СПб»
В.Н. Киреев, начальник управления ОАО «ОСК»
Л.М. Клячко, генеральный директор ОАО «ЦНИИ "Курс"»
С.Р. Комаров, председатель Совета директоров ЗАО «МНС»
Е.В. Комраков, генеральный директор
ЗАО «Р.Е.Т. Кронштадт»
Э.А. Конов, директор ООО «Издательство "Мор Вест"»
Г.А. Коржавин, генеральный директор
ОАО «Концерн "Гранит-Электрон"»
С.Л. Краусс, председатель Совета директоров
ООО «ИРИСОФТ»
Л.Г. Кузнецов, генеральный директор
ОАО «Компрессор»
А.П. Матлах, генеральный директор
ООО «НПО "Полярная звезда"»
Г.Н. Муру, генеральный директор ОАО «51 ЦКТИС»
Н.В. Орлов, председатель
Санкт-Петербургского Морского собрания
В.А. Середохо, генеральный директор
ОАО «Средне-Невский судостроительный завод»
Г.В. Слугин, генеральный директор ОАО «Аскольд»
И.Г. Смирнов, генеральный директор
ОАО «Новая ЭРА»
В.А. Солонько, генеральный директор
ЗАО «НПО Севзапспецавтоматика»
В.И. Спиридопуло, генеральный директор
ОАО «Северное ПКБ»
Д.В. Сулов, 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 Эксхибишнс»
Г.Д. Филимонов, генеральный директор
ЗАО «Концерн "МорФлот"»
А.Б. Фомичев, генеральный директор
ОАО «СЗ "Северная верфь"»
В.В. Шаталов, генеральный директор
ОАО «КБ "Вымпел"»
К.Ю. Шилов, генеральный директор
ОАО «Концерн "НПО "Аврора"»
А.В. Шляхтенко, генеральный директор–
генеральный конструктор ОАО «ЦМКБ "Алмаз"»
В.Е. Юхнин, генеральный конструктор
ОАО «Северное ПКБ»

СОДЕРЖАНИЕ

СУДОСТРОЕНИЕ И СУДОРЕМОНТ

- Верность традициям – основа сегодняшнего успеха*
«Судостроительной фирмы «Алмаз»» 7
- В.А. Булкин, К.Г. Голубев, Н.Н. Федонюк.** Опыт эксплуатации надстройки
из полимерных композиционных материалов на корабле класса «корвет» 11
- Г.В. Егоров, В.И. Тонюк.** Сухогрузные суда класса «азовский
пятитысячник» с повышенным экологическим стандартом безопасности 19
- Плавучему доку «Кораблестроитель Дмитрий Афанасьев» – 35 лет 24*
- А.И. Свистунов, Г.В. Слугин.** Анализ технического состояния корабельного
состава ВМФ и руководящих документов по судоремонту с целью выработки
требований к методике по оценке состояния корпусов надводных кораблей 29

ДВИГАТЕЛИ, ОБОРУДОВАНИЕ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

- Г.А. Коржавин, К.В. Лапшин.** Общая методология интеллектуального
проектирования антропоморфных систем 33
- Л.М. Клячко, Д.О. Глазачев, А.В. Зеленецов, А.А. Мицюк, Ю.А. Козин,
Б.И. Пустовит.** Безопасность добычи углеводородов в российском секторе
Арктики нуждается в автоматизации процессов управления 37
- Новости компании «Транзас» 43*
- А.А. Георгиев.** Практические задачи оптимизационного проектирования
судовых кранов 47
- ОАО «Системы управления и приборы» 52*
- ОАО «Новая ЭРА»: новости компании 55*
- В.В. Медведев, Д.С. Семионичев.** Практика создания дерева событий
для СЭУ современного судна при разработке и реализации ее формализованной
модели безопасности 56
- Технические иллюстрации в XXI веке:
руководство для современных профессионалов 59*
- М.А. Минасян, Ю.Н. Чиж.** Исследование упругодемпфирующих свойств
цилиндрических канатных виброизоляторов 61
- Е.М. Аин, А.Г. Горобец, В.В. Скларов.** Обогрев корабельных помещений
электродами водоподогревателями 70
- Е.Н. Елисеева.** Методы контроля качества котлов в судостроении
(середина XIX – начало XX вв.) 71
- А.А. Бараненко, И.Г. Корж.** Противоторпедная самооборона
подводных лодок иностранных государств 75

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Н.А. Вальдман, Д.М. Яковлев.** Анализ современных проектных решений
по обеспечению безопасной эксплуатации плавучей добывающей установки
для хранения и отгрузки углеводородов (FPSO) 80
- А.В. Макшанов, В.А. Колесник, В.А. Солонько.**
*Устойчивость статистических решений при обработке
наблюдений в системах охранной пожарной сигнализации 85*
- К.А. Смирнов, И.А. Моряков, С.Л. Ражев, А.О. Попко.**
Подводное неletalное оружие. Перспективы использования в России 89



БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ

Д. Толстых. Морская индустрия грузоперевозок и «человеческий фактор» 93

ОСВОЕНИЕ ОКЕАНА И ШЕЛЬФА

С. П. Алексеев, С. Б. Курсин. Ледовые технологии как фактор обеспечения устойчивости функционирования морских объектов в Арктике 95

МОРСКАЯ ТЕХНИКА: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

А. И. Маскалик. Мы были первыми.
К 60-летию создания первого судна на подводных крыльях
и 95-летию со дня рождения его главного конструктора 98

Поздравляем корифея российского скоростного судостроения 103

П. С. Кальясов, А. В. Туманин, А. К. Якимов, В. В. Шабаров.
Математическое моделирование аэрогидродинамики несущего комплекса
амфибийных судов на воздушной подушке (СВП) баллонетного типа 104

С. О. Барышников, Т. О. Карклина, В. Б. Чистов.
Определение остаточного общего прогиба (перегиба) корпуса судна 109

М. В. Лушина, С. Г. Паршин. Инновационные технологии
антикоррозионной защиты изделий из алюминиевых сплавов 113

БИЗНЕС И ПРАВО

Е. В. Бабчук. Использование компенсированного регистрового тоннажа
для оценки объема производства судостроительного предприятия 116

Ю. С. Беляев. Инвестиции в человеческий капитал как основа
развития организации 117

Г. П. Жигулин. Мониторинг ресурсов и прогнозирование
поля угроз системы защиты информации 119

ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

VII Российская научно-техническая конференция «Навигация и гидрография:
приоритеты развития и инновации морской деятельности»,
НГО – 2011, 18–20 мая 2011, Санкт-Петербург (97)

Международный военно-морской салон IMDS–2011,
29 июня–3 июля 2011, Санкт-Петербург (9)

Одиннадцатая международная выставка и конференция НЕВА–2011,
20–23 сентября 2011, Санкт-Петербург (17)

Всемирная морская технологическая конференция WMTC–2012,
29 мая–1 июня 2012, Санкт-Петербург (107)

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА

С. П. Сирый. Одиннадцатый морской министр
императорского флота России адмирал И. А. Шестаков 122

НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ

За погружением – всплытие 126

В МОРСКОМ СОБРАНИИ

35-я ассамблея Санкт-Петербургского Морского Собрания 128

Главный редактор

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

Редакционная коллегия

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

Редакция

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

Редактор

Т. И. Ильичева

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 №

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

Морской Вестник



№1 (37)
march
2010

SCIENTIFIC, ENGINEERING, INFORMATION AND ANALYTIC MAGAZINE

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.P. Alekseev, General Director JSC SRNHI

S.P. Andryushchuk, General Director

JSC Control Systems and Instruments

S.O. Baryshnikov, Rector SPbSUWC

G.V. Egorov, General Director

JSC Marine Engineering Bureau SPb

G.D. Filimonov, General Director

JSC Concern Mor Flot

A.B. Fomichev, General Director

JSC SP Severnaya Verf

L.G. Grabovets, General Director JSC SF Almaz

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

JSC United Shipbuilding Corporation

L.M. Klyachko, General Director

JSC ZNII KURS

S.R. Komarov, Chairman

of the Board of Directors JSC MNS

E.V. Komrakov, General Director

JSC R.E.T. Kronshtadt

E.A. Konov, Director,

JSC Publishing House Mor Vest

G.A. Korzhavin, General Director,

JSC Concern Granit-Elektron

S.L. Krauss, Chairman

of the Board Directors JSC IRISOFT

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 «Vypel»

V.A. Seredokho, General Director

JSC Sredne-Nevesky sudostroitelny zavod

K.Yu. Shilov, General Director

JSC Concern SPA Avrora

A.V. Shliakhtenko, General Director –

General Designer JSC ZMKB Almaz

G.V. Slugin, General Director JSC Askold

I.G. Smirnov, General Director JSC New ERA

V.A. Solon'ko, General Director

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

N.M. Vikhrov, General Director

JSC Kanonersky Shiprepairing Yard

V.E. Yukhnin, General Designer

JSC Severnoye Design Bureau

CONTENTS

SHIPBUILDING AND SHIP REPAIRING

- Loyalty to traditions is the basis of today's success of the «Shipbuilding Company "Almaz"»*7
- V.A. Bulkin, K.G. Golubev, N.N. Fedonyuk.** Experience in operating the superstructure made of polymer composite materials in «corvette» class ships 11
- G.V. Egorov, V.I. Tonyuk.** Dry cargo ships of «Azov five thousand» Class with increased environmental safety standard 19
- Floating Dry-dock «Shipbuilder Dmitry Afanasiev» is – 35 years old* 24
- A.I. Svistunov, G.V. Slugin.** Analysis of the technical state of the Navy fleet and regulatory documents for ships repair in order to develop requirements to the method of assessment of the state of naval surface ships hulls 29

ENGINES, EQUIPMENT AND CONTROL SYSTEMS

- G.A. Korzhavin, K.V. Lapshin.** The general methodology for intellectual design of anthropomorphic systems 33
- L.M. Klyachko, D.O. Glazachev, A.V. Zelentsov, A.A. Mitsyuk, Y.A. Kozin and B.I. Pustovit.** Safety of hydrocarbon production in the Russian Arctic requires automation of management processes 37
- News of the company «Transas»* 43
- A.A. Georgiev.** Practical problems of ship cranes design optimization 47
- JSC «Control Systems and Instruments»* 52
- OJSC «New ERA»: Company news* 55
- V.V. Medvedev, D.S. Semionichev.** The practice of creating an event tree for SPP of modern vessel when designing and implementing its formalized security model 56
- Technical illustrations in the XXI century: a guide for today's professionals* 59
- M.A. Minasyan, Y.N. Chizh.** Study of elastic damping properties of cylindrical rope vibration isolators 61
- E.M. Ain, A.G. Gorobets, V.V. Sklyarov.** Heating ship facilities with electrode water heaters 70
- E.N. Eliseeva.** Methods for quality control of boilers in shipbuilding industry (mid XIX – early XX centuries) 71
- A.A. Baranenko, I.G. Korzh.** Anti-torpedo self-defense of foreign submarines 75

INDUSTRIAL SAFETY

- N. A. Waldman, D. M. Yakovlev.** Analysis of modern design solutions ensuring safe operation of Floating Production, Storage and Offloading System (FPSO) 80
- A.V. Makshanov, V.A. Kolesnik, V.A. Solonko.** Stability of statistical solutions in processing observations in fire alarm systems 85
- K.A. Smirnov, I.A. Moryakov, S.L. Razhev, A.O. Popko.** Submarine non-lethal weapons. Prospects for use in Russia 89



NAVIGATION SAFETY

D. Tolstykh. Maritime industry of cargo carriage and «human factor» 93

OCEAN AND SHELF DEVELOPMENT

S.P. Alekseev, S.B. Kursin. Ice technologies as a factor
in ensuring the sustainability of the marine facilities in the Arctic 95

MARITIME ENGINEERING: SCIENCE AND TECHNOLOGIES

A.I. Maskalik. We were the first. To the 60th anniversary
of the first hydrofoil ship and 95th anniversary of its chief designer 98

P.S. Kalyasov, A.V. Tumanin, A.K. Yakimov, V.V. Shabarov.
Mathematical modeling of the aero-hydrodynamics of the bearing complex
of amphibious air-cushion vessels (ACV) of air-bag type 104

S.O. Baryshnikov, T.S. Karklin, V.B. Chistov.
Determining residual total deflection (bend) of ship's hull 109

Lushin M.V., Parshin S.G. Innovative technologies
of corrosion protection of products made of aluminum alloys 113

BUSINESS AND LAW

E.V. Babchuk. Using compensated gross ton (CGT)
for estimation of the volume of shipyard performance 116

Y.S. Belyaev. Investment in human capital as a basis for entity development 117

G.P. Zhigulin. Resource monitoring and prediction
of the range of threats to information security systems 119

EXHIBITIONS AND CONFERENCES

The 7th Russian Conference, NHO–2011, 18–20 of May, 2011, St.Petersburg (97)

Maritime Defence Show IMDS–2011, June 29–July 3, 2011, St.Petersburg (9)

The 11th International Exhibition and Conference NEVA–2011,
20–23 of September, 2011, St.Petersburg (17)

World Maritime Technology Conference WMTC–2012,
May 29–June 1, 2012, St.Petersburg (107)

HISTORY OF SHIPBUILDING AND FLEET

S.P. Siry. Eleventh Marine Minister of the Imperial Russian Navy
Admiral Igor Shestakov 122

AT THE BOOKSHELF

After dive – to surface 126

IN MARITIME COLLECTION

The 35th Assembly of the Saint-Petersburg Maritime Board 128

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.
VI. Chernenko, D. Sc., Prof.
E.A. Gorin, D. Sc.
E.V. Igoshin, Ph. D.
B.P. Ionov, D. Sc.
Y.N. Kormilitsin, D. Sc., Prof.
A.I. Korotkin, D. Sc., Prof.
S.I. Logachev, D. Sc., Prof.
PI. Maleev, D. Sc.
Y.I. Nechaev, D. Sc., Prof.
VS. Nikitin, D. Sc., Prof.
V.G. Nikiforov, D. Sc., Prof.
Y.F. Podoplekin, D. Sc., Prof.
VI. Polyakov, D. Sc., Prof.
LA. 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. Rusetsky, D. Sc., Prof.
Y.F. Tarasyuk, D. Sc., Prof.
B.A. Tzarev, D. Sc., Prof.
Y.V. Varganov, Ph. D.

Editorial staff

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

Editor

T.I. Ilyichiova

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
ПН № 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://vaked.gov.ru>

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

Printed in the Printing-House "Premium-press".
Circulation 1000. Order №

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

Уверенно войдя в XXI век, «Судо-строительная фирма «Алмаз» сохраняет свое лидирующее положение на рынке отечественного судостроения. Основа успеха фирмы – сохранение традиций, начало которым было положено в далеком 1933 г., когда на верфи Морпогранохраны ОГПУ (так тогда именовался «Алмаз») были заложены первые пограничные катера. Всего за несколько лет завод освоил массовое производство знаменитых в годы Великой Отечественной войны «малых охотников» МО-4 и к началу войны построил их свыше 200 единиц. Для сравнения скажем, что во время

ВЕРНОСТЬ ТРАДИЦИЯМ - ОСНОВА СЕГОДНЯШНЕГО УСПЕХА «СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ФИРМЫ «АЛМАЗ»

**ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз»,
контакт. тел. (12) 235 4820**



«Малый охотник» МО-4

войны все периферийные заводы сумели построить только 35 таких катеров. В годы Великой Отечественной войны завод самоотверженно трудился, и за 900 дней Ленинградской блокады, не имеющей аналогов в мировой истории, работниками завода было построено 67 торпедных катеров ТКД-3, 46 «малых охотников» МО-Д3 и 192 катерных тральщика КМ-2,4. И все это делалось при постоянных бомбежках и артобстрелах, ограничениях в поставках, скудном питании, нехватке рабочих рук. Вот что писал в 1942 г. уполномоченный Главного Управления кораблестроения по заводу: «Списочный состав производственных рабочих сократился до 564 человек, а фактически на работу являются 264 человека, но и из них 4-й разряд имеют только 97 человек, поскольку в основном работают женщины и подростки». Руководство страны высоко оценило успехи завода в годы войны, наградив его в 1944 г. орденом Трудового Красного Знамени.

Не изменил своим традициям быть в авангарде технического прогресса завод и в первое послевоенное десятилетие.

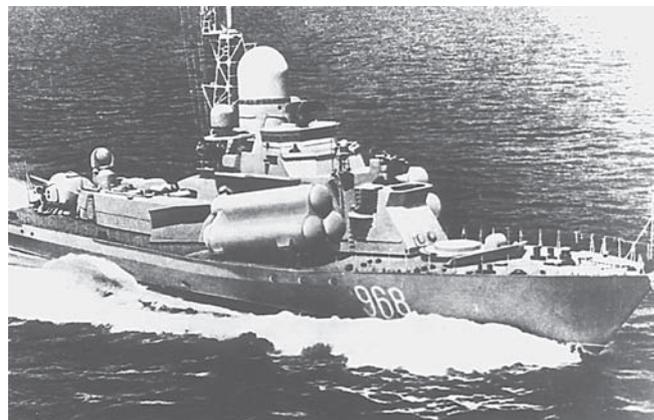


Торпедный катер пр. 183

Здесь были созданы и серийно строились лучшие для того времени торпедные катера пр. 183.

Конструкторы были удостоены звания лауреатов Государственной (Сталинской) премии. Всего на заводе построено 220 катеров пр. 183. Шестидесятые годы характеризовались новыми достижениями – здесь были созданы первые в мире ракетные катера пр. 183Р и 205, их разработчики были удостоены звания лауреатов Ленинской премии, а один из наиболее отличившихся рабочих стал Героем Социалистического Труда. Всего завод построил свыше 92 катеров пр. 183Р и 89 катеров пр. 205. Эти катера, поставленные на экспорт и принявшие участие в локальных конфликтах, показали уникальные боевые качества и заставили пересмотреть взгляды морских стратегов на тактику ведения борьбы на море.

Ракетные катера на долгие годы стали основной продукцией завода, подтвердившей его лидирующее положение в мировом военном катеростроении. Закрепляя традиции, завод в 1970 г. сдал первый в мире малый ракетный корабль «Овод» пр. 1234, а затем построил серию из 40 кораблей, в том числе 10 на экспорт. Эти корабли, пройдя модернизацию под новые ракетные комплексы, продолжают нести нелегкую морскую службу и сегодня.



Малый ракетный корабль «Овод» пр. 1234

Переход на новую более совершенную продукцию стал возможен только потому, что предприятие постоянно занималось техническим обучением своих кадров работе на новом оборудовании, по новым технологиям. При этом техническое перевооружение завода осуществлялось без расширения территории на тех же производственных площадях. В 1970 г. после объединения с Невским морским заводом (ОАО «Морской завод «Алмаз») предприятие стало развивать свои успехи и по новой для себя тематике – в строительстве кораблей на воздушной подушке, оставив далеко позади англичан, также работавших над созданием амфибийных судов. За 20 лет здесь были построены

20 танкодезантированных «Джейранов», 4 «Ската», 2 «Кальмара», началось серийное строительство самого крупного и совершенного в мире танкодезантированного корабля «Зубр».

В 80-х гг. предприятие, называвшееся тогда ПО «Алмаз», не прекращало совершенствовать ракетные катера. В эти годы прошли отработку головные катера пр. 1241 «Молния», оснащенные новыми крылатыми ракетами «Москит». Эта работа в 1997 г. была удостоена Премии Правительства РФ.

Проведенное в 80-х гг. техническое перевооружение предприятия, а также уникальные кадры позволили ему выстоять в трудные 90-е гг.

Оставаясь верным традициям, руководство предприятия сумело освоить строительство нового пограничного корабля пр. 10410 «Светляк». Всего в эти годы для отечественных пограничников было построено семь кораблей. Проект оказался настолько удачным, что в XXI в. заказчиками «Светляка» различной модификации стали не только отечественные, но и зарубежные пограничники. В конце XX–начале XXI в. предприятие успешно подтвердило соответствие своей продукции мировому уровню, заключив с Греческой Республикой контракт на поставку трех амфибийных десантных кораблей на воздушной подушке «Зубр». Знаменательно, что страна, входящая в НАТО, обратила внимание на российскую технику. Наши специалисты, бывая в Греции на обслуживании «Зубров», всегда слышат слова уважения, обращенные к ним и к создателям этой уникальной продукции. Это является своего рода рекламой предприятия, демонстрацией его возможностей, уровня производства, что способствует получению новых экспортных заказов.

Принципиально важным событием в жизни нашего предприятия после акционирования стала закладка 30 января 2004 г. головного малого артиллерийского корабля «Астрахань» пр. 21630. «Алмаз» выиграл конкурс не только на постройку головного корабля этого проекта, но и всей серии. В 2006 г. МАК «Астрахань» был передан ВМФ России, став первым новым кораблем, поступившим в его состав в XXI в. Строительство этого корабля – прекрасный пример высокого профессионального уровня фирмы «Алмаз»: все новые комплексы проходили приемку межведомственными комиссиями непосредственно на корабле, и эта нелегкая работа была успешно завершена всего за полтора года. Создание МАК пр. 21630 отмечено Премией Правительства РФ за 2009 г.

Новое руководство фирмы «Алмаз», отслеживая рынок идей, приобрело у ЦМКБ «Алмаз» проект 12200 и в 2006 г. построило за счет собственных оборотных средств новейший патрульный катер «Соболь». Благодаря уникальной



Патрульный катер «Соболь» пр. 12200

отечественной системе автоматически управляемых днцевых интерцепторов этот небольшой катер может разви-

вать скорость около 50 уз и эксплуатироваться на волнении до 5 баллов. Пограничная служба ФСБ России, убедившись в высоких ходовых и мореходных качествах катера, заказала их серию. Появились и зарубежные заказчики.

Продолжая свои традиции, фирма в 2007 г. заложила ПСКр нового пр. 22460 для охраны 200-мильной экономической зоны. Этот сравнительно небольшой корабль может принимать на борт вертолет. 12 мая 2010 г. на головном ПСКр этого проекта «Рубин» состоялся подъем



ПСКр «Рубин» пр. 22460

флага, корабль передан черноморским пограничникам ФСБ России.

Также в 2010 г. фирма «Алмаз» поставила в Республику Словения ПСКр пр. 10412 «Триглав» (зав. № 043), передала ПС ФСБ России ПСКр пр. 10410 «Краснодарец» (зав. № 311), патрульное судно ледового класса пр. 22120



ПСКр «Краснодарец» пр. 10410

(зав. № 050) и три катера-перехватчика пр. 12200 «Соболь» (зав. № 208–210). Другому заказчику – ФГУП «Росморпорт» – «Алмаз» передал лоцманский катер пр. АР-1600 (зав. № 580).

В настоящее время предприятие ведет строительство двух кораблей пр. 10412 «Светляк» для Республики Вьетнам (зав. № 044, 045); продолжает строительство второго и третьего артиллерийских кораблей пр. 21630 для ВМФ России (зав. № 702, 703); ведет строительство двух серийных пограничных кораблей пр. 22460 (зав. № 502, 503); продолжает строительство патрульного катера пр. 12200 «Соболь» для ПС ФСБ РФ.

Высокое качество исполнения работ, четкое соблюдение сроков завершения этапов строительства, а также успешно проведенные заводские ходовые и государственные испытания кораблей подтверждают звание «Алмаза» как стабильного и надежного предприятия. ■

Интерес к надстройкам из стеклопластика возник у судостроителей в начале 60-х гг. прошлого века. По мнению зарубежных специалистов, стеклопластиковые надстройки имеют следующие преимущества по сравнению со стальными надстройками и надстройками из алюминиевых сплавов:

– существенно меньший вес по сравнению с конструкцией из стали, что позволяет увеличить боевую нагрузку и повысить остойчивость корабля;

– снижение концентрации напряжений у концов надстройки без установки в надстройке специальных расширительных соединений;

– уменьшение веса теплоизоляции за счет низкой теплопроводности стеклопластика, а в случае применения трехслойной конструкции с легким наполнителем – полный отказ от теплоизоляции

и зашивки, в итоге – снижение веса по сравнению с надстройкой из алюминиевых сплавов;

– лучшая огнестойкость по сравнению с алюминиевыми надстройками;

– отсутствие коррозии и более низкие эксплуатационные расходы.

Однако, несмотря на очевидные преимущества и результаты исследований, которые проводились в США, Великобритании, Франции и других странах, внедрение стеклопластика в надстройки и рубки кораблей и судов носило в тот период единичный характер. Известны примеры установки стеклопластиковых рубок на отдельные рыболовные и пассажирские суда, а также на катера как за рубежом, так и в СССР (катера «Гриф», «Гурзуф», ходовая рубка СВП «Зубр», СВП «Сом»).

В последующие годы судостроители во многих странах стали снова проявлять интерес к проблеме создания надстроек из полимерных композиционных материалов (ПКМ) кораблей сравнительно большого водоизмещения, что было обусловлено рядом причин. Из-за низкой огнестойкости надстроек из алюминиевых сплавов, что показал англо-аргентинский Фолклендский конфликт 1982 г., зарубежные специалисты были вынуждены искать альтернативу этим материалам, которая обеспечивала бы в конструкции такие же весовые характеристики. Это естественным образом привело их к применению в надстройках ПКМ.

Вторая причина заключается в необходимости повышения скрытности корабля, которая зависит в основном от уровня его физических полей. Снижение заметности корабля потребовало разработки применительно к корабельным конструкциям так называемой Stealth-технологии, впервые получившей распространение в авиации. Сущность этой технологии состоит в тщательной проработке обводов конструкции в совокупности с использованием радиопоглощающих материалов для уменьшения эффективной поверхности рассеивания (ЭПР), снижения радиолокационной, инфракрасной и оптической заметности. Разработка конструктивных материалов, обладающих радиопоглощающими свойствами, возможна, как показала практика, только на базе гибридных ПКМ с применением стекло-, углепластиков и различного типа наполнителей. Исходя из этого, зарубежные специалисты стали уделять проблеме создания надстроек из ПКМ более серьезное внимание, что выразилось в проведении обширных исследований и получении ряда практических результатов. Рассматривались различные варианты конструктивных решений с использованием стеклопластиков, а также наполнителей, в сравнении с конструкциями из стали и алюминиевых

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ НАДСТРОЙКИ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА КОРАБЛЕ КЛАССА «КОРВЕТ»

А.А. Булкин, начальник сектора,

К.Г. Голубев, главный инженер, ОАО ЦМКБ «Алмаз»,

Н.Н. Федоток, начальник сектора ФГУП ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, контакт. тел. (831) 433-41-49

сплавов. Результаты проведенных исследований позволили говорить о перспективности применения трехслойных панелей, в том числе с гофрированным средним слоем, в конструкциях надстроек.

Преимущества, которые может дать применение ПКМ в надстройках, и положительные результаты исследований этой проблемы дали толчок с начала 90-х гг. прошлого века к замене на ряде кораблей металлических конструкций надстроек и рубок на композитные. Наиболее выдающимся результатом на тот период явилась разработка французской компанией «DCN International» конструкции надстройки с применением ПКМ и ее установка на фрегатах типа «La Fayette» водоизмещением 3500 т.

На начальном этапе при проектировании корабля предполагалось, что надстройка будет стальной. Однако, когда уже заканчивалось проектирование корпуса, было принято заменить часть стальной надстройки на стеклопластиковую с целью уменьшения «верхнего» веса и снижения радиолокационной заметности. Для выбора наиболее эффективной конструкции композитной надстройки были рассмотрены несколько вариантов конструктивно-технологических решений. В результате выбрана трехслойная конструкция со стеклопластиковыми несущими слоями на основе полиэфирного связующего и наполнителем из бальзы. Надстройка изготавливалась методом инфузии отдельных панелей с последующим их соединением методом контактного формования.

Здесь следует отметить, что надстройка из алюминиевого сплава не рассматривалась в качестве альтернативного варианта ввиду ее низкой огнестойкости.

Одним из наиболее интересных технических решений, реализованных на практике в последнее время, является создание в Швеции корветов типа «Visby», которые являются самыми большими в мире кораблями из ПКМ с корпусом и надстройкой трехслойной конструкции с несущими слоями из углепластика и наполнителем из пенопласта. При наибольшей длине корпуса 73 м и скорости более 35 уз водоизмещение корабля составляет 640 т. По мнению зарубежных специалистов, на кораблях этого типа в полной мере реализованы последние достижения в области Stealth-технологии.

Используя мировой и отечественный опыт проектирования конструкций из ПКМ, в ОАО ЦМКБ «Алмаз» совместно с ФГУП ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова и ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» была создана трехслойная конструкция надстройки из ПКМ на корабле класса «корвет» и отработана технология ее изготовления. Головной корабль этого проекта в 2006 г. был спущен на воду, в 2006–2007 гг. прошел комплекс испытаний и передан военно-морскому флоту.

Надстройка для этого корабля изготавливалась на ОАО «Средне-Невский судостроительный завод» и на понтоне транспортировалась на ОАО СЗ «Северная верфь» (рис. 1).



Рис. 1. Транспортировка надстройки

Конструкция надстройки состоит из трехслойной обшивки с внешними несущими слоями и средним слоем из пенопласта, армированного стеклопластиковым гофрированным элементом трапецевидной формы (рис. 2).



Рис. 2. Конструкция трехслойной обшивки надстройки

Несущие слои и гофрированный элемент выполнены из полиэфирного стеклопластика на основе стеклоткани марки Т-11-ГВС-9 (8/3) и связующего марки ПН-609-21М с антипиреном ФОМ-П. Структура армирования гофрированного элемента – параллельная $[0^\circ]$ с направлением основы вдоль его образующей. Структура армирования несущих слоев – параллельно-диагональная $[0^\circ/+45^\circ/-45^\circ/0^\circ]$. В зависимости от напряженно-деформированного состояния связей надстройки основное армирование в несущих слоях было направлено как поперек образующей гофров, так и вдоль.

В качестве заполнителя в рассматриваемых трехслойных панелях использовался поливинилхлоридный пенопласт Airex С.70.40 фирмы «Airex Baltek» (Швейцария) плотностью 40 кг/м^3 и отечественный пенополиуретан марки Изолан-252Т плотностью 70 кг/м^3 . Первый пенопласт применялся в наружных связях надстройки (борта, открытые палубы, лобовая стенка и т. д.), а также в связях, подвергающихся сравнительно большим нагрузкам, второй – во внутренних переборках (выгородках) и промежуточных палубах. В местах установки болтов и усиления в качестве заполнителя использовался сферопластик.

Толщины несущих слоев в наружных связях приняты в зависимости от уровня напряженности – от 3 до 4 мм, толщина гофрированного элемента 1,5 мм, толщина среднего слоя 60 мм (выбиралась из условия обеспечения требуемого уровня теплоизоляции). Во внутренних связях толщины несущих слоев в основном были взяты равными 2 мм, толщина гофрированного элемента 1 мм, а среднего слоя 40 мм.

Конструкция надстройки разрабатывалась целенаправленно, как безнаборная. Опорами для обшивки бортов и настила палуб служили внутренние продольные и поперечные переборки. Расстояние между ними принималось равным не более 2,4 м. Если это условие не выполнялось, исходя из заданного архитектурно-конструктивного облика надстройки, или необходимо было усилить конструкцию, борта и палубы в поперечном направлении подкреплялись соответственно шпангоутами и бимсами, которые, по возможности, располагались в одной плоскости, образуя единую раму или полураму если бимс невозможно было установить от борта до борта. Так как надстройка имела три яруса, то шпангоуты, как правило, пропускались через промежуточные палубы, которые подкреплялись бимсами, установленными в плоскости шпанго-

утов. Если бимс пересекал продольную переборку то под ним ставилась стойка. Аналогичный подход распространялся на карлингсы, т.е. они опирались на стойки поперечных переборок и замыкались на стойках лобовой и задней стенок.

Для указанных балок набора был выбран П-образный профиль (рис. 3). Он состоит из заполнителя («сердечника»), выполненного из пенопласта марки Airex С.70.40, и его стеклопластиковой обформовки из ткани Т-11-ГВС-9(8/3) на основе связующего ПН-609-21М+ФОМП. Эта обформовка одновременно образует свободный поясик и стенки профиля, плавно переходящие во фланцы (угольники), с помощью которых обеспечивается соединение балок с трехслойными панелями. В зависимости от района надстройки и его нагрузки высота балок набора изменялась в пределах 180-250 мм, при ширине профиля 100 мм, толщины стенок – от 4 до 6 мм и свободного пояска – от 8 до 12 мм.

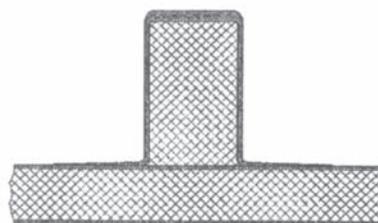


Рис. 3. Конструкция П-образного профиля бимса, карлингса, шпангоута и стойки

Для повышения жесткости перекрытий палуб, особенно в местах размещения тяжелого оборудования, были установлены пиллерсы.

Соединение надстройки с металлическим корпусом осуществлялось при помощи Ч-образного болтового соединения: двухрядного по наружному контуру надстройки и однорядного для внутренних переборок. Конструкция узловосоединения приведена на рис. 4.

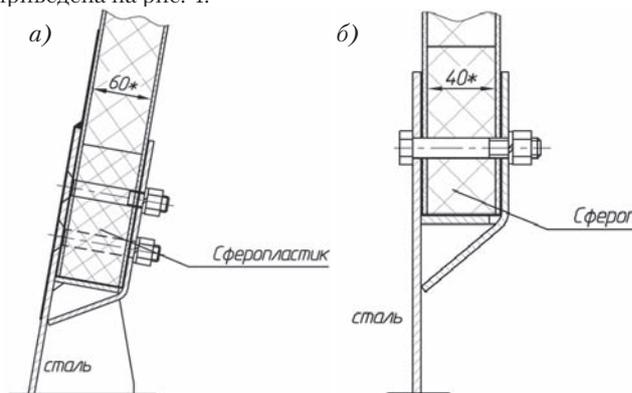


Рис. 4. Ч-образное болтовое соединение надстройки: а – двухрядное по наружному контуру надстройки; б – однорядное для внутренних переборок

Соединения плоскостных секций между собой осуществлялись при помощи приформовочных угольников. Пример формованного соединения показан на рис. 5.

Все указанные толщины слоев трехслойных панелей бортов, палуб и переборок, размеры балок набора и других связей, а также прочность формованных соединений определялись на основании результатов многократных расчетов прочности и устойчивости и проверялись при отработке основных конструктивных элементов и узлов надстройки путем испытаний их масштабных и натурных опытных конструкций в ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова.

Надстройка состоит из двух блоков шириной равной ширине корпуса – носового и кормового, соединенных коридором шириной равной 60% от ширины корпуса. Такое архитектурное решение надстройки позволило исключить ее участие в

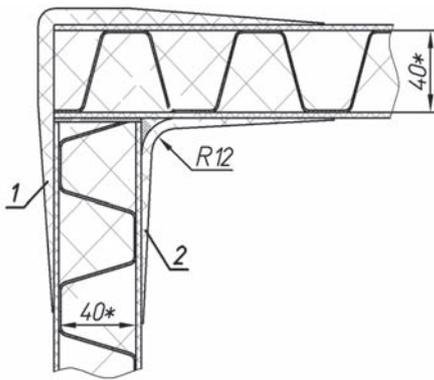


Рис. 5. **Формованное соединение секций надстройки**
1 – наружный угольник; 2 – внутренний угольник

общем изгибе корпуса и обеспечило поблочный монтаж надстройки на корпус корабля. Погрузка блока надстройки на корпус показана на рис. 6.



Рис. 6. **Погрузка блока надстройки**

Для крепления оборудования в надстройке использовались три основных типа механических соединений фундаментов и подкреплений:

- сквозное болтовое крепление (рис. 7);
- крепление на саморезах (рис. 8);
- крепление на гайках-заклепках (рис. 9).

При необходимости производилась наформовка усилений несущих слоев в местах крепления оборудования.

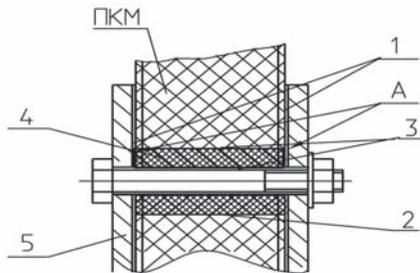


Рис. 7. **Сквозное болтовое крепление**
1–3 – клеевая паста; 4 – втулка распорная; 5 – фундамент.
На поверхности А на металлические детали наносится под-
слой из стеклотекстиля на клеевой пасте

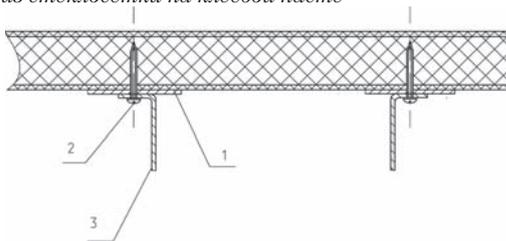


Рис. 8. **Крепление на саморезах**
1 – наформовка; 2 – саморез; 3 – фундамент.

Разработанная и изготовленная конструкция надстройки из ПКМ позволила реализовать все конструктивные и технологические решения, которые в результате позволили:

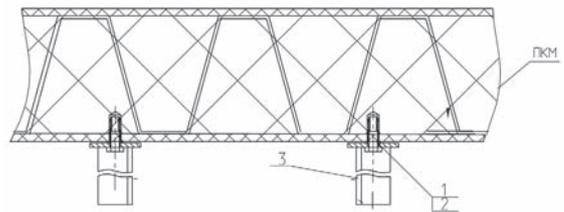


Рис. 9. **Крепление на гайках-заклепках**
1 – гайка-заклепка; 2 – винт; 3 – фундамент

- значительно снизить массу надстройки из ПКМ по сравнению со стальной и с учетом отсутствия изоляции и зашивки сопоставимой по массе с алюминиевой;
- значительно снизить ЭПР корабля;
- отработать промышленную технологию изготовления элементов среднего слоя, плоскостных секций и сборки надстройки в объеме.

За период эксплуатации головного корабля были выполнены неоднократные осмотры конструкции надстройки, по результатам которых можно сделать первые выводы об ее эксплуатационных качествах. В целом, опыт эксплуатации показал, что принятые при создании надстройки конструктивные и технологические решения обеспечивают заданные технические и эксплуатационные параметры.

1. За время эксплуатации видимых повреждений трехслойной обшивки надстройки, приформовочных угольников в узлах соединений секций и балок набора не обнаружено. Ч-образный узел соединения надстройки из ПКМ со стальным корпусом обеспечивает надежное крепление надстройки и герметичность узла соединения.

2. В проекте предусмотрена грунтовка и окраска надстройки красками фирмы International без предварительной шпатлевки ее поверхности, которая при соблюдении технологии требует больших трудовых и финансовых затрат. На надстройке практически отсутствует бухтиноватость, узел соединения надстройки с корпусом и приформовочные угольники не нарушают внешний вид надстройки (рис. 10).



Рис. 10. **Внешний вид надстройки**

3. Надежность и герметичность механического крепления фундаментов под оборудование. Выбранные способы крепления фундаментов и насыщения в надстройке с помощью саморезов, гаек заклепок и сквозное болтовое крепление показали высокую надежность. Контроль за монтажом фундаментов и насыщения при использовании саморезов должен быть выше, чем для других видов крепления.

Говоря о положительном опыте создания и эксплуатации надстройки из ПКМ, следует отметить и некоторые недостатки, с которыми столкнулись строители корабля и экипаж.

Значительная часть поверхности надстройки, покрытая шпатлевкой, растрескалась и начала отваливаться (рис. 11–15).

Наличие приформовочных угольников (см. рис. 5) и отсутствие погни палуб привели к образованию застоев воды на открытых участках палуб. На палубах расположены фундаменты под оборудование, вентиляционные головки, сальники для прохода кабелей и т.п. В связи с этим возникли проблемы



Рис. 11. Трещина шпатлевки в районе наформовки под крепление поручня



Рис. 12. Скол шпатлевки в районе наформовки под крепление поручня и обформовки выреза



Рис. 13. Трещина шпатлевки в районе стыка стеклоткани

с герметичностью отдельных болтовых соединений в районе установки насыщения на открытых палубах, а также появившиеся ржавчины на фундаментах и соответственно появление ржавых пятен на бортах надстройки (рис. 16 – 17).



Рис. 14. Коррозия фундамента и крепежа его крепления на открытой палубе



Рис. 15. Коррозия и нарушение герметичности сквозного крепежа

Еще одной причиной нарушения герметичности надстройки стал демонтаж насыщения на открытых палубах и некачественная заделка отверстий, а иногда и отсутствие их заделки, от установленного ранее крепежа (рис. 18, 19).



Рис. 16. Коррозия сальников прохода кабеля



Рис. 17. Коррозия крепежа



Рис. 19. Отверстия на открытой палубе после демонтажа насыщения

Опыт эксплуатации головной надстройки из ПКМ на заказе класса «корвет» показал правильность принятых конструктивных и технологических решений, полностью обеспечивающих надежность надстройки в составе корпуса корабля и позволяющих решать поставленные перед ним задачи. В тоже время разработчики и судостроители ведут постоянную работу по улучшению эксплуатационных характеристик надстройки из ПКМ. Так, на серийных заказах для всего крепежа, фундаментов и насыщения на открытых палубах введено антикоррозионное покрытие. ЦМКБ «Алмаз» на последующих заказах предусмотрело сломы открытых палуб надстройки для исключения скапливания воды и создания застойных зон. Также в настоящее время на «Средне-Невском судостроительном заводе» совместно с ЦМКБ «Алмаз», ЦНИИ им.акад. А.Н. Крылова и ЦНИИ КМ «Прометей» проводятся работы по выбору клеев и отработке технологии установки насыщения на клею. Кроме того, выбранные клеи позволят повысить герметичность сквозного болтового крепежа на открытых палубах.

Для обеспечения внешнего вида надстройки из ПКМ будет повышаться качество формовочных работ на заводе, а в случае использования шпатлевки – выполняться все технологические требования при ее нанесении от выбора марки шпатлевки совместимой с полиэфирным стеклопластиком до подготовки поверхности и выполнения последовательности технологических операций.

Опыт строительства и эксплуатации головной надстройки на корабле класса «корвет» показывает перспективность выбранного направления и может быть в дальнейшем распространен на надстройки других проектов. При этом необходимо вести работы по внедрению передовых технологий формования конструкций, таких как технология вакуумной инфузии и других, а также современных клеевых материалов и герметиков. ■

В связи с увеличением объемов перевозок морским транспортом и, соответственно, усилением антропогенного воздействия на окружающую среду со стороны судов ряд классификационных обществ разработал дополнительные требования, направленные на повышение стандартов экологической безопасности и охраны окружающей среды. Судам, соответствующим новым требованиям, могут быть присвоены дополнительные знаки в символе класса (табл. 1).

Суда с подобными знаками в символе класса более безопасны по отношению к морской среде и пользуются большим доверием со стороны грузовладельцев, страховщиков, морских администраций государств флага, портовых властей.

Присвоение дополнительного экологического символа в классе основывается на выполнении требований Международной морской организации (ИМО), морских администраций и международной морской индустрии к экологической безопасности судов. При этом отдельные положения дополнительных «экологических» требований классификационных обществ более строгие, чем требования действующих международных документов.

СУХОГРУЗНЫЕ СУДА КЛАССА «АЗОВСКИЙ ПЯТИТЫСЯЧНИК» С ПОВЫШЕННЫМ ЭКОЛОГИЧЕСКИМ СТАНДАРТОМ БЕЗОПАСНОСТИ

Г.В. Егоров, *д-р техн. наук, проф., генеральный директор,*
В.И. Тюнюк, *технический директор,*
ЗАО «Морское инженерное бюро», г. Одесса,
контакт. тел. +38 (0482) 34 7928, +7 (812) 232 8538

Таблица 1

Дополнительный знак экологической безопасности в символе класса

Классификационное общество	Дополнительный знак в символе класса
PC	«ЭКО» и «ЭКО ПРОЕКТ»
DNV	«Clean» и «Clean Design»
GL	«EP»
ABS	«ES»

Как правило, дополнительные классы экологической безопасности присваиваются судам, предназначенным для перевозки опасных грузов.

В первую очередь, дополнительные классы востребованы теми судовладельцами, которые предлагают свои суда ведущим международным фрахтователям.

Целью настоящей статьи является обоснование характеристик многоцелевого сухогрузного судна нового поколения, которое будет удовлетворять повышенным экологическим требованиям, достаточным для работы с первоклассными иностранными фрахтователями и иметь грузоподъемность около 5000 т в условиях мелководных портов Азовского и Каспийского моря.

Таким образом, необходимо сочетание достаточной прочности и мореходности в условиях I ограниченного района с выполнением требований Российского Морского Регистра судоходства (РС) к классу «ЭКО» и габаритам, удовлетворяющим ограничениям Волго-Донского судоходного канала (ВДСК).

Выбору проекта предшествовал анализ судов-прототипов (табл. 2), имеющих соответствующие классы РС по району и ледовой категории, а также близкую грузоподъемность, что позволило оценить главные размерения проекта RSD17 в первом приближении, а впоследствии уточнить характеристики в ходе проектирования.

Суда проекта RSD17 в соответствии с принятой в Бюро классификацией [3] относятся к так называемым «азовским пятитысячникам» с повышенной грузоместимостью и имеют при характеристической для устьевых

российских портов Азовского моря осадке 4,50 м дедвейт около 5350 т.

Предназначены для транспортировки генеральных, навалочных, лесных, зерновых и крупногабаритных грузов, контейнеров международного стандарта высотой 8,5 и 9 футов и опасных грузов классов 1.4S, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 и Приложения В Кодекса ВС.

Эксплуатация предусматривается в Средиземном, Каспийском, Черном, Балтийском, Белом, Северном морях, включая рейсы вокруг Европы и в Ирландское море зимой. Габариты позволяют судну совершать проходы (передислокацию) через Волго-Донской и Волго-Балтийский каналы с морских районов на Каспий. Однако основным назначением является работа в морских условиях, что позволило выбрать нетрадиционные для судов этого типа двухвальные пропульсивные комплексы, а относительно более дешевый одновалный вариант с одним эффективным рулем.

10 сентября 2006 г. в Нижнем Новгороде на судостроительном заводе ОАО Завод «Красное Сормово» состоялась официальная церемония спуска на воду головного судна проекта «Морского инженерного бюро» RSD17 дедвейтом 6350 т (рис. 1)



Рис. 1. Судно «Мирзага Халилов» после спуска

Многоцелевой сухогруз «Мирзага Халилов» (строительный номер 03001) стал первым в истории российского судостроения судном, которому в символ класса РС внесен знак экологической безопасности «ЭКО».

Проект судна разработан на класс РС КМ ⚙️ ЛУ2 I A1 и удовлетворяет всем требованиям международных конвенций, действующим на дату закладки судна. После выхода нормативных документов РС о порядке включения судам

Основные характеристики судов-прототипов

Характеристика	проект RSD17	проект 1572	Проект 1588	пр. 00101 «Русич»
Класс судна	КМ ⚙ ЛУ2 I A1 ECO	КМ ⚙ ЛЗ [1] I	КМ ⚙ Л1 [1] I A2	КМ ⚙ ЛУ2 [1] I A1
Длина наибольшая, м	121,70	123,50	124,40	128,20
Длина между перпендикулярами, м	116,94	117,00	116,80	122,80
Ширина габаритная, м	16,70	15,20	16,42	16,74
Ширина, м	16,50	15,00	16,12	16,50
Высота борта, м	6,20	6,50	7,50	6,10
Осадка по ЛГВЛ, м	5,06	4,855	5,926	4,20
Высота габаритная от ОП до верха несъемных частей, м	17,10	19,80	-	16,80
Кубический модуль, LBN	12601	12202	15320	13091
Валовая вместимость, GT	4922	3712	4724	4960
Чистая вместимость, NT	2841	1786	1959	2140
Объем грузовых трюмов (по нижнюю кромку люковых закрытий), м ³	9370	6070	6800	8090
Количество грузовых трюмов	3	4	4	3
Контейнеровместимость всего/в трюмах, TEU	234 / 174	-	165 / 111	267 / 180
Количество, мощность (кВт) и тип главных двигателей	2450 «Wartsila 6R32LN»	2x810 8ДР30/50-4-2	2x1103 6ЧРНП 36/45	2x1140 «Wartsila 6L20»
Скорость при осадке по ЛГВЛ, уз	12,0 (85% МДМ)	11,7 (100% МДМ)	12,5 (100% МДМ)	11,0 (85% МДМ)
Вес судна порожнем, т	2258	2043	3120	2660
В море при осадке по ЛГВЛ:				
Дедвейт, т	6354	4709	5756	5190
Спецификационный УПО груза, м ³ /т	1,62	1,38	1,28	1,63
Коэффициент использования водоизмещения по дедвейту	0,738	0,697	0,648	0,687
Энергозатраты на единицу транспортной производительности, мощность/ (дедвейт x скорость), кВт/т×уз	0,0273	0,0294	0,0307	0,0399
В море (осадка 4,50 м):				
Дедвейт, т	5346	4152	3366	5190
Спецификационный УПО груза, м ³ /т	1,87	1,60	2,27	1,63
Коэффициент использования водоизмещения по дедвейту	0,703	0,670	0,519	0,687

знака «ЭКО» в символ класса судно «Мирзага Халилов» было предъявлено для освидетельствования, и в настоящий момент оно имеет класс КМ ⚙ ЛУ2 I A1 ECO.

Требования к знаку «ЭКО» были введены РС в 2006 г. и применяются по желанию судовладельца. Наличие такого знака в символе класса свидетельствуют о том, что судно и его отдельные части имеют более высокий стандарт безопасности для защиты окружающей среды, чем суда, отвечающие только требованиям Международной Конвенции МАРПОЛ73/78, и тем самым обеспечивают существенно меньший уровень экологического риска.

Достигнуто это путем принятия дополнительных технических и организационно-технических мер (рис. 2) по

предотвращения загрязнения атмосферы выбросами из главного двигателя, котлов, из систем, содержащих вредные газы; предотвращения загрязнения морской среды остатками груза, льяльными и сточными водами, мусором и различного вида техническими маслами; предотвращения переноса вредных патогенных организмов вместе с балластными водами.

Повышение общего уровня безопасности и снижение риска перевозки грузов обеспечивается также резервированием движения за счет использования валогенератора в качестве гребного электродвигателя для привода гребного винта и наличия двойного корпуса, в том числе в местах расположения основных запасов топлива.

Архитектурно-конструктивный тип – стальной однопалубный, одновинтовой теплоход, с баком и ютом, с кормовым расположением рубки и машинного отделения (МО), с двойным дном высотой 1000 мм от форпиковой до ахтерпиковой переборки, двойными бортами шириной 1900 мм в районе грузовых трюмов, тремя трюмами, с бульбовой носовой и транцевой кормовой оконечностями (рис. 3).

В носовой оконечности установлен волноотбойник высотой около 2500 мм, совмещенный с тамбуром схода в носовые подпалубные помещения и предназначенный для уменьшения заливаемости люковых закрытий и палубного груза при ходе на волнении. Там же расположены форпик, шахта лага и эхолота, шкиперская, малярная, а также носовое подруливающее устройство типа «винт в трубе» мощностью 300 кВт.



Рис. 2. Основное содержание требований класса ЭКО

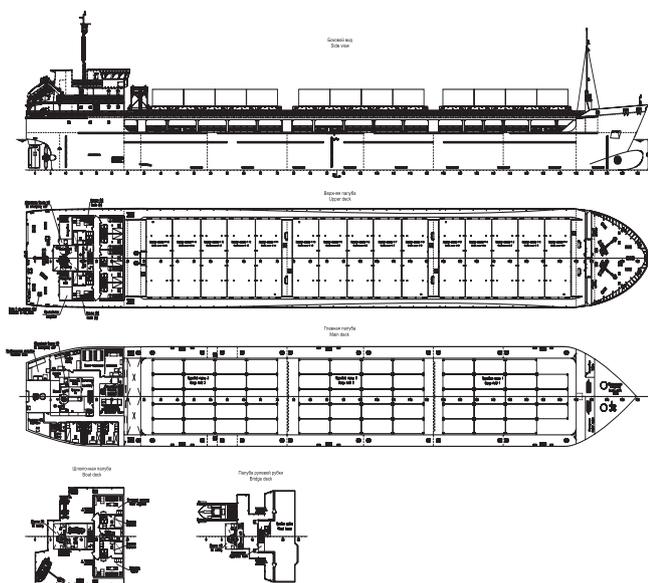


Рис. 3. Общее расположение судна проекта RSD17

В кормовой оконечности судна расположены МО, надстройка юта и трехъярусная рубка со служебными и жилыми помещениями для экипажа численностью 12 чел. (14 мест). Ходовой мостик выполнен с круговым обзором и минимальными зонами затенения.

В соответствии с рекомендациями [2, 4] применение продольной системы набора палубы, бортов и днища в средней части в сочетании с увеличением поперечной шпации и одновременным уменьшении шпации продольного набора обеспечило более полное участие пластин корпуса в общем изгибе и лучшее восприятие локальных нагрузок при швартовках, сохранение приемлемого внешнего вида.

Трюма выполнены ящичной формы, гладкостенными, удобными для проведения грузовых работ и размещения груза без штивки. Размер грузового трюма № 1 – 27,90×12,7×8,86 м; грузовых трюмов № 2 и 3 – 28,60×12,7×8,86 м, что гарантирует размещение трех ярусов контейнеров международного стандарта высотой до 9 футов.

Грузовые трюмы оборудованы съемными люковыми закрытиями типа «Lift away». Открытие и закрытие секций осуществляется при помощи козлового крана, расположенного «по-походному» у носовой переборки жилой рубки.

Расчетная нагрузка на люковые крышки составляет 3,50 т/м² (трюм № 1) и 2,60 т/м² (трюмы № 2 и 3), что соответствует новым требованиям Международной Конвенции о грузовой марке и дает возможность размещения на них каравана лесных грузов высотой 2,5 м или одного яруса контейнеров максимальной массы.

Теоретический корпус судна, полученный с помощью современных методов CFD-моделирования на основе создания параметрической трехмерной модели поверхности, имеет цилиндрическую вставку протяженностью 0,588L, коэффициент общей полноты 0,851, коэффициент полноты ЛГВЛ – 0,913. Форма бульбовой носовой оконечности оптимизирована с целью уменьшения сопротивления и достижения судном максимально возможной при выбранном пропульсивном комплексе скорости. При проведении CFD-моделирования рассматривались несколько вариантов носовой оконечности, в том числе с наклонным форштевнем (без бульба). Корма спроектирована с учетом необходимости размещения одновального пропульсивного комплекса и оптимизирована для обеспечения нормальной работы винторулевого комплекса.

Методы вычислительной гидромеханики [1] использовались для определения буксировочного сопротивления и мощности, а также характеристик поля скоростей номинального

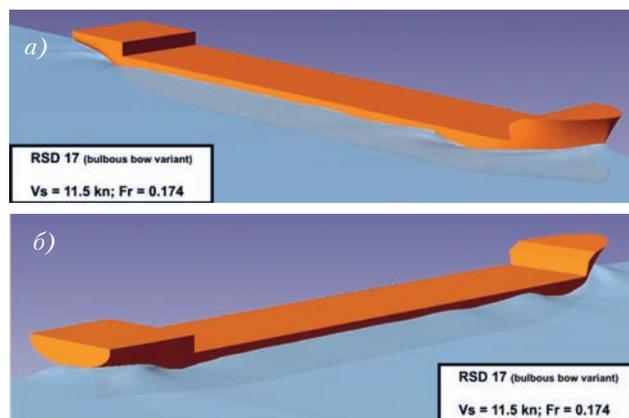


Рис. 4. Волнообразование судна: а – вид с носового курсового угла; б – вид с кормового курсового угла

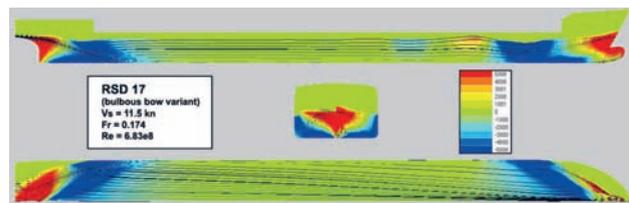


Рис. 5. Распределение динамического давления по поверхности корпуса с учетом волнообразования и линии тока

потока. Волнообразование судна показано на рис. 4, распределение динамического давления по поверхности корпуса с учетом волнообразования и линии тока – на рис. 5.

Расчет коэффициентов взаимодействия системы «корпус – двигатель» производился по эмпирическим формулам Тейлора, причем коэффициент попутного потока корректировался с учетом результатов изучения поля скоростей в районе установки гребного винта по данным численного расчета буксировочного сопротивления.

При скорости 11,5 уз применение бульба позволило получить выигрыш в буксировочном сопротивлении в 3,8%, по мощности – в 4,7%, при скорости в 12,5 уз – 4,8% и 6,2% соответственно при пропульсивном коэффициенте 0,59 и водоизмещении по ЛГВЛ на 30 м³ больше.

Движение и управляемость судна обеспечивается одним винтом регулируемого шага диаметром 3,40 м и рулем фирмы «Роллс-Ройс» с закрылком типа «Бекер». Площадь пера руля – 8,4 м²*, наибольший угол поворота руля – 45°, закрылка – 37,6° дополнительно.

Винторулевой комплекс проекта показан на рис. 6.

Проведенные 22 октября 2006 г. на Куйбышевском водохранилище исследовательской партией ВГАВТ ходовые испытания зафиксировали на переднем ходу при 85% на максимальной длительной мощности (МДМ) скорость 12,5 уз. При проведении инерционных испытаний с полного заднего на полный передний ход тормозной путь составил 565,0 м (4,64L), время торможения – 3 мин. 15 с. При проведении маневров типа «зигзаг» установлено, что при перекладке руля в 10° первый угол зарыскивания составляет 5,2°, второй – 10,2°, среднее время одерживания – 34 с. При перекладке руля в 20° – 9,5°, 15,9° и 35 с соответственно.

При проведении циркуляционных испытаний было определено, что при перекладке руля на 35° на ПБ диаметр установившейся циркуляции составил 140 м (1,2L), угловая скорость поворота – 80,1 град./мин; на ЛБ 153 м (1,3L) и 80,1 град./мин соответственно.

Маневренные характеристики судна не только удовлетворяют стандартам ИМО, но и вполне безопасны при работе на внутренних водных путях.

* При рекомендуемой площади пера руля 5,7 м².



Рис. 6. Винторулевой комплекс судна проекта RSD17

Согласно рис. 7 маневр «циркуляция» судна проекта RSD17 требует меньшей акватории, чем суда класса «Волго-Дон макс» с двухвальными установками классического типа (RSD19), с поворотными насадками (пр. 1565) и даже с полноповоротными винторулевыми колонками (006RSD05).

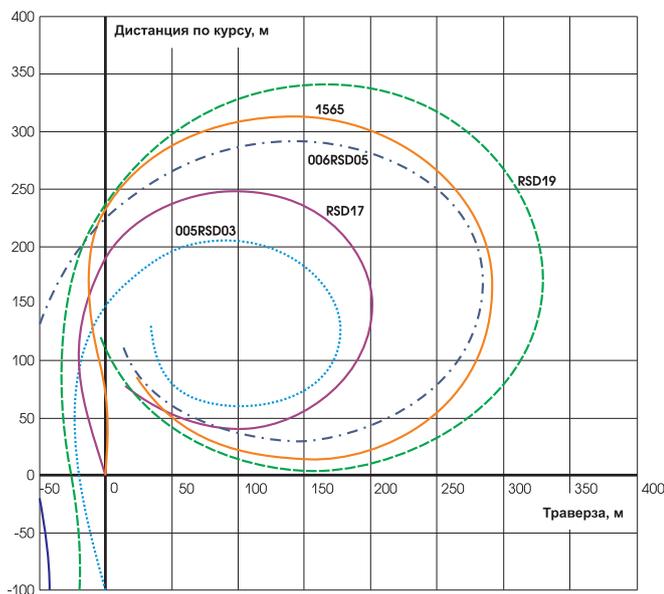


Рис. 7. Сравнение маневра «циркуляция» с переключкой руля на 35°

Корпус судна спроектирован на класс ЛУ2, который предполагает круглогодичное плавание в незамерзающих морях, в мелкобитом разреженном льду неарктических морей (эпизодическое самостоятельное плавание в мелкобитом разреженном льду толщиной 0,55 м со скоростью 5 уз; плавание в канале за ледоколом в сплошном льду толщиной 0,50 м со скоростью 3 узла). Расчетная температура наружного воздуха + 30 °С при влажности 65% летом и при – 20 °С влажность 85% зимой, воды от + 27 до 0 °С соответственно.

В качестве материала основных конструкций корпуса применяется судостроительная сталь категорий РСД и РСА. Верхняя часть непрерывных продольных комингсов люков и верхняя палуба выполнены из судостроительной стали категории РСД32 с пределом текучести 315 МПа. Элементы конструкций палуб бака и юта, жилая надстройка – из стали категории РСА.

Корпус имеет двойное дно, двойные борта, главную и верхнюю палубы с шириной раскрытия 0,77В, непрерывные продольные комингсы грузовых люков высотой 3620 мм (от главной палубы).

Продольные комингсы грузового трюма установлены в плоскости продольных переборок трюма. За счет применения высоких непрерывных комингсов люков удалось обеспечить повышение стандарта общей прочности при увеличении грузоподъемности в море и грузовместимости.

Поперечные переборки изготовлены гофрированными. Верхняя и главная палубы, днище и второе дно, борт и второй борт выполнены по продольной системе набора, в оконечностях и машинном отделении – по поперечной системе набора.

Второе дно рассчитано на интенсивность распределенной нагрузки 10,0 т/м², а также на работу грейфером.

Мидель-шпангоут судна показан на рис. 8.

Исходя из результатов расчетного определения сопротивления судна, для главной энергетической установки выбран среднеоборотный дизель марки 6R32LN фирмы «Wartsila» со спецификационной МДМ 2450 кВт. Главный двигатель работает на тяжелом и дизельном топливе.

Запасы топлива размещаются в диптанках в районе носовой переборки МО.

Электроэнергетическая установка сухогруза состоит из валогенератора мощностью 500 кВт, двух дизель-генераторов мощностью по 292 кВт и одного аварийного дизель-генератора мощностью 160 кВт. Приводные двигатели генераторов работают на дизельном топливе.

Установленный на судне валогенератор снабжен функцией резервирования передачи мощности на гребной вал судна при аварии главного двигателя (функция РТО/РТИ), то есть валогенератор может работать как электродвигатель, используя электроэнергию, вырабатываемую дизель-генераторами (см. рис. 9). Ходовые испытания показали, что в режиме хода под валогенератором судно достигает скорости около 6 уз.

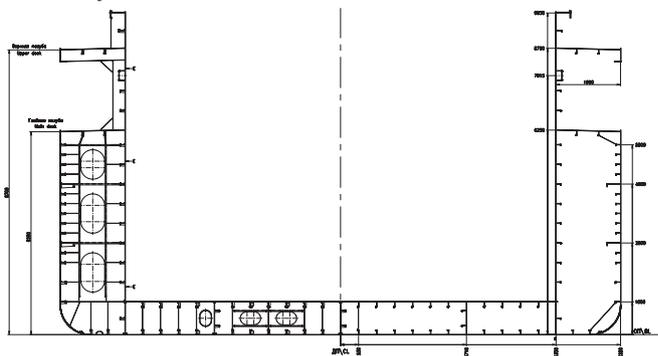


Рис. 8. Мидель-шпангоут судна проекта RSD17

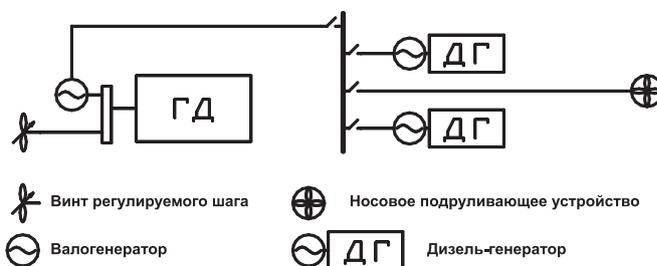


Рис. 9. Схема использования валогенератора в качестве резервного двигателя

Таким образом, обеспечивается сохранение хода и возможности маневрировать в случае выхода из строя главного двигателя. Данный режим также может быть использован, когда нужен самый малый ход (например, при входе в порт и при швартовке). Кроме того, при непродолжительной работе судна в пределах района контроля выбросов SO, движение судна может обеспечиваться дизель-генераторами, работающими на малосернистом дизельном топливе. В таком случае

Суда проекта RSD17

Название	Строительный номер	Дата закладки	Дата спуска	Дата сдачи
«Mirzaga Khalilov»	03001	26.12.05	10.09.06	11.11.06
«Ismayil Shikhly»	03002	26.12.05	29.12.06	26.04.07
«Shirvan»	03003	26.12.05	10.02.07	08.05.07
«Riad Ahmedov»	03004	28.12.05	26.04.07	15.06.07
«Akhmed Makhmudov»	03005	29.12.05	23.05.07	10.07.07

нет необходимости переводить главный двигатель с тяжелого высокосернистого топлива на малосернистое.

Предусмотренные судовые устройства обеспечивают выполнение всех требований надзорных органов к судам данного типа.

Спуск и подъем носовых и кормового якорей выполняется якорно-швартовными лебедками.

В качестве спасательных средств используется спасательная свободнопадающая шлюпка вместимостью 16 человек, спускаемой устройством гравитационного типа с гидравлической шлюпочной лебедкой как методом свободного падения, так и контролируемым спуском, а также два плота вместимостью по 16 человек каждый. Плот, установленный по правому борту на шлюпочной палубе, спускаемого типа. Кроме того, на судне в районе носовой оконечности установлен сбрасываемый плот вместимостью 6 человек. На шлюпочной палубе по ПрБ установлена дежурная шлюпка с подвесным мотором, вместимостью 6 человек. Подъем и спуск дежурной шлюпки и спускаемого плота осуществляется краном.

Состав средств связи предусмотрен в объеме требований Глобальной морской системы связи при бедствии и для обеспечения безопасности (ГМССБ) для морских районов А1+А2+А3. Комплекс современного судового радиоборудования обеспечивает связь при бедствиях и безопасность мореплавания, а также эксплуатационную связь общего назначения.

Гирокомпас с репитерами, главный магнитный компас, лаг, эхолот, приемник GPS, две радиолокационные станции, а также АИС обеспечивают судоводителя и системы-потребители навигационной информацией.

Для приема и выдачи балласта на судне имеется балластно-осушительная система, обслуживаемая двумя электроприводными центробежными насосами и двумя водоструйными эжекторами. Одновременная работа этих средств дает возможность откачать весь балласт не более чем за 7 ч.

Управление судном, главной энергетической установкой, винто-рулевым комплексом, подруливающим устройством, радионавигационными средствами осуществляется из центрального объединенного поста управления в рулевой рубке. Автоматизированная система предусматривает управление судном без несения постоянной вахты в машинном отделении. Объем и степень автоматизации технических средств судна соответствует знаку автоматизации А1 в символе класса судна в соответствии с Правилами РС.

Для размещения экипажа численностью 12 человек и 2 практикантов, предназначаются 2 одноместных блок-каюты, 8 одноместных кают и 2 двухместные каюты с санузелом и душем. Общее число мест – 14.

Представляет интерес сопоставление технико-эксплуатационных характеристик судна пр. RSD17 с соответствующими характеристиками наиболее близких судов-аналогов – судов типа «Кишинев» (пр. 1572), судов типа «Василий Шукшин» (пр. 1588) и судов типа «Русич» (пр. 00101).

Согласно данным табл. 2 при характеристической осадке 4,50 м коэффициент использования водоизмещения по дедейте больше на 4,9% больше, чем у пр. 1572. При осадке по ЛГВЛ энергозатраты на единицу транспортной производительности меньше на 7,1%, чем у лучшего из судов-аналогов – пр. 1572. В сочетании с большим объемом трюмов, наличием экономичной обновальной установки,

работающей на тяжелом топливе, суда пр. RSD17 являются лучшими судами своего класса.

Всего на заводе «Красное Сормово» было построено и сдано заказчику пять судов проекта RSD17 (табл. 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные данные сравнения с судами-аналогами и успешные результаты эксплуатации головного судна серии позволяют сделать вывод о том, что поставленная цель – создание эффективного проекта сухогрузных судов класса «азовских пятидесятичников» достигнута.

В 2008 г. проект RSD17 был включен Английским королевским обществом корабельных инженеров RINA в перечень «Значительных судов» («Significant ships»).



Рис. 10. Головное судно проекта RSD17 «Мирзага Халилов» в полном грузу

ЛИТЕРАТУРА

1. Вишневский Л.И., Егоров Г.В., Станков Б.Н., Печеток А.В. Проектирование пропульсивного комплекса судна ограниченного района плавания на базе современных методов вычислительной гидродинамики // Судостроение. – 2006. – № 2. – С.27 – 31.
2. Егоров Г.В. Принципы создания нового поколения транспортных судов ограниченных районов плавания // Сб. трудов 7-й междунар. конф. по судостроению, судоходству «Нева 2003». – СПб., 2003, с. 29–32.
3. Егоров Г.В. «Линейка» многоцелевых сухогрузных судов «Морского инженерного бюро» // Морская биржа. – 2005. – № 4 (14). – С. 10 – 16.
4. Егоров Г.В. Особенности конструкций корпусов судов ограниченных районов плавания нового поколения // Вопросы динамической прочности, вибрации и безопасности эксплуатации корпусов судов. – Тр. ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 2005, вып. 21(305), с.126–143. ■

Плавучий док, построенный на «Северной верфи», уникален, это – единственное в отечественном судостроении производственное сооружение, которому присвоено имя собственное. В названии дока в феврале 1976 г. приказом Минсудпрома увековечена память главного строителя завода им. А. А. Жданова Дмитрия Борисовича Афанасьева (1911–1971).

В 60–70-е гг. на заводе строились корабли пр. 1134 и 1134А («Беркут») и сухогрузы пр. 1562. Из-за относительно больших главных размерений и водоизмещения, а, соответственно, и спускового веса кораблей завод был вынужден отказаться от поточно-позиционного метода постройки. На двух открытых горизонтальных стапелях и четырех позициях эллинга строились только корпуса. Несмотря на выполненную в 60-х гг. реконструкцию трансбордера и слипа с целью увеличения грузоподъемности, очень большой объем монтажных и достроечных работ выполнялся только после спуска кораблей на воду. Корабли строились блочным методом: на горизонтальной площадке вдоль открытого эллинга собирали блоки и специальным трансбордерным устройством перемещали на любой из двух действующих наклонных стапелей открытого эллинга, где и велась постройка судна вплоть до спуска.

Металлоконструкции открытого эллинга быстро старели, и рассчитывать на его использование в отдаленной перспективе было нельзя. Возникла необходимость обеспечить возможность постройки и спуска на воду кораблей и судов больших размерений с резко увеличенным (с учетом перспективы) спусковым весом. В результате было принято решение о создании унифицированного спускового плавучего дока. Проектантом стало Западное ПКБ, вошедшее позднее в состав ЦМКБ «Алмаз».

Плавучие доки имеют достаточно большую историю. Принцип спуска судов плавучими доками применялся в России в конце XIX в., и на верфях Германии в начале XX в. Как правило, грузоподъемность подобных доков не превышала 3–3,5 тыс. т.

В процессе разработки передаточно-плавучего дока (пр. 1769, тип «Балтика») специалистам Западного ПКБ потребовалось решить ряд масштабных задач, в первую очередь увеличить грузоподъемность дока более чем в 3 раза, обеспечив спуск судов спусковой массой до 9,5 тыс. т и докование водоизмещением до 12 тыс. т. Главным конструктором проекта был назначен Л. А. Петраков.

Конструкция плавучего дока определялась схемой и способом размещения его на акватории предприятий. Для «Янтаря» он устанавливался с опиранием на

ПЛАВУЧЕМУ ДОКУ «КОРАБЛЕСТРОИТЕЛЬ ДМИТРИЙ АФАНАСЬЕВ» – 35 ЛЕТ

*ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь»,
контакт. тел. (12) 324 2914*

берег и запалом для нахождения в горизонтальном положении при накатке.

По завершении строительства док прошел испытания и в 1972 г. был сдан заказчику. С помощью буксиров первенца перебросили в Калининград, к месту его постоянной прописки (паром «Сахалин» – первое, что построил Калининград с помощью дока), и ждановцы приступили к постройке своего.

Хотя «янтарный» док и будущий «ждановец» – от одних «родителей», назвать их близнецами вряд ли можно. Первый док был построен в классическом варианте для использования на одном стационарном месте с дорогостоящими гидротехническими опорами. Руководство завода им. А. А. Жданова

такой вариант не устраивал. К этому времени уже стало известно, что предприятию поручается строительство большой серии судов с горизонтальным способом грузообработки пр. 1607 (проектант – ЦКБ «Балтсудпроект»).

Для нормальной технологической постройки этих судов требовались новые стапельные места. После проработки многочисленных вариантов было принято решение построить новые горизонтальные стапели с передаточными причалами для дока. От гидротехнических опор удалось отказаться, построив док с мористой опорой в виде поворотного криволинейного, опирающегося на две подводные бетонные подушки, установленные на места плавучим краном.



Подъем крейсера «Аврора» для реставрации

Док оборудовали якорным устройством, цепи которого были закреплены на мертвых якорях, вынесенных на стапели. В результате док получил возможность самостоятельно, без использования буксиров, перемещаться к любому стапелю на расстояние до 250 м, принимать на себя за-каз и отходить на котлован погружения.

Срок службы корпуса дока установлен в 50 лет, существует возможность его продления по результатам капитального ремонта.

Основные характеристики дока

Размеры, м.....150×39×18,7

Грузоподъемность, т12 500

Вместимость, рег. т.....8299

Осадка, м:

без груза2,1

с полным грузом.....4,6

Длина стапель-палубы, м..... 150

Ширина, м:

в свету между башнями 29

в свету с учетом выступающих галерей с коммуникациями и верхних частей топ палубы, м.....ок. 28

Максимально возможная ширина спускаемых судов, м до 27

Грузовые средства – порталные краны (15 т) фирмы «Кони».

Однако технология судостроения не стоит на месте, и верфь модернизируется, отслеживая тенденции развития рынка. В послевоенный период завод дважды с циклом в 20 лет подвергался коренной реконструкции, в том числе по периодам: в конце 40-х–начале 50-х гг. были сооружены четырехпролетный крытый эллинг со спусковым устройством в составе большого трансбордера с транспортной системой его перемещения и устройства для спуска кораблей и судов лагом (боковой); а в конце 60-х–начале 70-х гг. сооружен подъемно-спусковой плавучий док проекта «Балтика», получивший имя «Кораблестроитель Дмитрий Афанасьев» и дополнительный пролет для сборки секций массой до 200 т.

Данные меры позволили перейти на качественно новый уровень формирования корпусов судов и спуска судов экономичным и безопасным горизонтальным способом.

Очередной этап реконструкции намечался на конец 80–начало 90-х гг. с целью перехода на строительство кораблей модульно-агрегатным методом, однако в связи с сокращением судостроительных программ практически до полной остановки в 90-х гг., реконструкция завода, которая позволила бы ему приблизиться к технологиям мирового уровня, не состоялась.

Как известно, любая технологическая система имеет свой предел. В настоящее время все внутренние резервы завода по снижению себестоимости и сроков строительства кораблей и судов на имеющемся технологическом оборудовании практически исчерпаны.



Спуск судна снабжения морских буровых платформ пр. VS 470 PSV

В целях обеспечения конкурентоспособности предприятия в международном масштабе разработан план модернизации, в котором ис-

План определяет пути поэтапной реконструкции и модернизации мощностей завода в зависимости от наращивания судостроительной программы без



Спуск эскадренного миноносца пр. 956Э

пользованы исследования и разработки, выполненные по заданию завода проектной фирмой «Союзпроектверфь», ЦКБ «Индикатор», а также ведущими европейскими разработчиками передовых судостроительных технологий «IMG» (Германия) и «VIANOVA» (Италия).

остановки действующего производства. В нем предусматривается и строительство нового плавучего дока грузоподъемностью 16 тыс. т для спуска судов шириной до 40 м.

Хочется надеяться, что и новому доку будет присвоено имя достойного заводчанина-корабеля. ■

Современное состояние Военно-Морского Флота Российской Федерации (ВМФ РФ) зависит от реальных возможностей экономики государства и определяется условиями хронического дефицита финансового обеспечения как судоремонта, так и боевой готовности флота в целом сегодня, а также заложенного в государственной программе вооружения на 2007–2015 гг. (ГПВ 2007–2015).

Основу корабельного состава ВМФ РФ составляют корабли, построенные на рубеже 80–90-х гг. прошлого века. По данным Главного технического управления ВМФ (ГТУ ВМФ) [1], доля корабельного состава со сроками службы 15–20 лет и более достигла 212 ед. (71% боевого состава ВМФ РФ) (табл. 1), и из-за отсутствия поступления в эксплуатацию новых кораблей процесс «старения» в таких условиях будет неуклонно ускоряться. При этом необходимо учитывать, что более 80% корабельного состава эксплуатируются с различными ограничениями по срокам использования вооружения и военной техники.

Наряду с этим в ГПВ 2007–2015 финансирование судоремонта по-прежнему значительно ограничено (табл. 2) [2].

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРАБЕЛЬНОГО СОСТАВА ВМФ И РУКОВОДЯЩИХ ДОКУМЕНТОВ ПО СУДОРЕМОНТУ С ЦЕЛЬЮ ВЫРАБОТКИ ТРЕБОВАНИЙ К МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ НАДВОДНЫХ КОРАБЛЕЙ

А.И. Свистунов, канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВПО ВУНЦ ВМФ, Г.В. Слугин, генеральный директор ОАО «Аскольд», г. Арсеньев, Приморский край, контакт. тел. 8 914 799 6059

Таблица 1
Характеристика корабельного состава ВМФ РФ по срокам службы

Корабль	Срок службы				Всего
	Менее 10 лет	10–15 лет	15–20 лет	Более 20 лет	
ПЛА	2	11	20	9	42
НК	6	31	58	42	143
ДПЛ	0	7	9	3	19
БКА	6	24	35	36	95
Всего	14	73	122	90	299
% боевого состава ВМФ	5	25	40	30	100

Таблица 2
Обеспеченность судоремонтом в соответствии с ГПВ 2007–2015

Год	% обеспеченности
2007	20,2
2008	24,5
2009	32,0
2010	51,0
2011	57,0
2012	61,5
2013	64,0
2014	65,5
2015	67,0

К сожалению, кардинального изменения ситуации с качественным состоянием кораблей ВМФ РФ в таких условиях ожидать невозможно, несмотря на то, что ассигнования на разрабатываемую государственную программу вооружений 2011–2020 гг. планируется увеличить примерно до 20 трлн. руб. Чтобы оценить критичность нынешнего положения ВМФ РФ достаточно привести ряд цифр из [1]:

- Минимально допустимый объем финансирования – 1,2132 трлн. руб.
- Минимально необходимая потребность ВМФ РФ в финансировании – 3,9 трлн. руб.
- Полная потребность ВМФ РФ в финансировании, при котором будет обеспечена полная потребность в заводском ремонте и модернизации и будет обеспечено запланированное строительство кораблей – 7,0 трлн. руб.

В «Акте работы комиссии Министерства обороны РФ (МО РФ) по судоремонту...» [3], утвержденном министром обороны РФ 15.02.2005 г., в частности, отмечено:

1. Оценка выделенного ВМФ РФ ресурса на 2006–2015 гг. (952,9 млрд. руб.) показывает, что он недостаточен для поддержания боевого состава флота на минимальном потребном уровне по количественным и качественным характеристикам, и необходимо увеличение доли ВМФ в 1,3 – 1,5 раза.

2. Ремонт и модернизация корабельного состава ВМФ РФ должны осуществляться в соответствии с комплексной целевой программой, в которой должны быть учтены и оптимизированы потребные ассигнования на эксплуатацию, ремонт и модернизацию корабельного состава, а также его вооружения.

3. По оценкам специалистов, ГТУ ВМФ дефицит судоремонта в 2007–2015 гг. составит около 170 млрд. руб.

Там же указано, что «из-за хронического недофинансирования *состояние корабельного состава ВМФ признано «близким к кризисному»*. Однако на настоящий момент финансирование ВМФ РФ остается на том же минимально возможном уровне.

В таких сложных условиях организация продления межремонтных (междоковых) (МРС, МДС) и назначенных сроков службы (НСС) кораблей ВМФ РФ при дефиците финансовых средств на судоремонт является

исключительно актуальным и определяющим вопросом при решении задачи сохранения корабельного состава ВМФ РФ до 2015 г. и дальнейшую перспективу.

Таким образом, одна из основных задач строительства ВМФ состоит в сохранении основного состава ВМФ за счет проведения ремонтов и продления установленного срока службы корабельного состава, их вооружения и военной техники (ВиВТ). Она решается в мирное время в общей системе технического обслуживания ВМФ по видам обеспечения, путем продления назначенного срока службы (межремонтного срока, междокового периода) кораблей и судов, их ВиВТ. Однако из-за недофинансирования классические требования к комплексному среднему ремонту не реализуется [4]. И как результат существует объективно обусловленная необходимость продления межремонтных сроков и назначенных сроков службы кораблей, их ВиВТ, реализация двух основных средних ремонтов (в пунктах базирования и условиях завода).

Под продлением межремонтных (междоковых) и назначенных сроков службы кораблей ВМФ понимается совокупность взаимосвязанных по целям и задачам, проводимым по единому плану и замыслу организационно-технических, финансовых и иных мероприятий обеспечения боевой готовности кораблей в системе технического обеспечения ВМФ по установлению НСС (МРС, МДС), ресурсных показателей ВиВТ сверх нормативных, предусмотренных руководящими документами [4].

Эксплуатация кораблей с истекшими МРС и МДС показывает возможность их боевого использования за пределами назначенных сроков эксплуатации при условии выполнения комплекса мероприятий по обеспечению безопасности их эксплуатации.

В то же время существующая система продления МРС, МДС кораблей не может обеспечить поддержание технического состояния кораблей без выполнения в установленные сроки заводских ремонтов, на что требуется соответствующее финансирование. При этом важно понимать, что такое продление не может проводиться бесконечно, уже наступил предел, за которым дальнейшее продление становится не безопасным.

В условиях жесткого дефицита финансирования на эксплуатацию, судоремонт, а также отсутствия поступления новых кораблей из постройки неизбежно ведет к снижению количества сил постоянной готовности

(ПГ), досрочному выводу кораблей из состава ВМФ.

Следовательно, главным направлением всего комплекса мероприятий по продлению МРС, МДС кораблей должно быть обеспечение их безопасной эксплуатации.

В настоящий момент в ВМФ действует разработанное ФГУП ЦМКБ «Алмаз» на основе действующей нормативной документации и утвержденное ГК ВМФ «Положение ДВИЕ.360090.001 «Надводные корабли. Порядок продления межремонтных и полных сроков службы боевых надводных кораблей, боевых катеров, кораблей специального назначения, морских судов обеспечения, катеров и рейдовых судов обеспечения» (Положение) [5].

В данном документе устанавливаются общие правила продления сроков службы боевых надводных кораблей, боевых катеров, кораблей специального назначения, морских судов обеспечения, катеров и рейдовых судов обеспечения (НК). При этом под сроками службы понимаются: срок службы до докового ремонта (междокового срока), срок службы до заводского (среднего) ремонта (межремонтного срока), полный срок службы, а также ресурсные показатели, входящих в состав НК, комплексов, устройств, систем и оборудования.

Положение полностью определяет организацию работ по продлению полного срока службы «на основании типовой методической рекомендации (методики) по освидетельствованию НК данного проекта, разработанной ЦКБ–проектантом корабля...» [5].

На настоящий момент таких типовых рекомендаций по кораблям 1–2 ранга ЦКБ–проектантами не разработано.

При отсутствии такой методической рекомендации (методики), как указано в Положении, «объем работ по освидетельствованию НК должен

согласовываться с начальником ОКТБ или СРЗ МО РФ и включать в себя регламентные работы с основным оборудованием корабля в объеме не менее годового регламента (1 раз в 5000 часов)» [5].

Следовательно, в настоящий момент в составе ВМФ – большой процент кораблей, имеющих сроки эксплуатации, близкие к полным, и одновременно не существует типовых рекомендаций по оценке технического состояния корпуса, оборудования и систем, на основании которых может быть принято решение о дальнейшем их использовании.

Для оценки состояния корпуса лубого корабля необходимо произвести дефектацию листов наружной обшивки, палуб, платформ, листов переборок и других конструктивных элементов, что может быть выполнено только в процессе докового осмотра и ремонта [6–7].

Постановка корабля в док – дорогостоящая операция, занимающая для кораблей 1 ранга от одного до трех месяцев. И примерно такое же время занимает у экипажа кораблей его подготовка и документация к проведению докования. В табл. 3 приведена примерная стоимость основных ремонтов для некоторых проектов кораблей ВМФ.

Однако в соответствии с Положением «продление срока службы осуществляется на один год» [5]. В случае продления срока службы надводных кораблей (НК) на срок более одного года решение об организации работ согласуется с ЦКБ–проектантом корабля, и представители проектанта включаются в состав комиссии.

С нашей точки зрения, организационно и экономически правильнее было бы увеличить сроки продления службы до пяти лет с возможным осмотром корпуса на плаву существующими методами дефектации. При этом должна быть разработана типовая методика, позволяющая качественно оценить

Таблица 3

Стоимость ремонтов кораблей и судов ВМФ

Корабль, проект	Стоимость ремонта, млн. руб.			
	Средний ремонт	Текущий ремонт	Доковый ремонт	Доковый осмотр
РПЛСН 667 бдрм	4 500,0	-	80,0	10,0
МЦПЛА 3 поколения	3 000,0 – 4 000,0	-	60,0 – 80,0	8,0 – 10,0
ПЛБ проекта 877	900,0	450,0	12,0	4,0
ТАВКР «Адмирал Кузнецов»	12 000,0	4 000,0	120,0	20,0
ТАРКР пр. 11442	11 000,0	3 900,0	80,0	10,0
РКР пр. 1164	2 400,0	1 200,0	26,0	5,0
ЭМ пр. 956, БПК пр. 1155	1000,0 – 1 300,0	400,0	12,0 – 15,0	4,0
МТЩ, БТЩ, МПК	100,0 – 150,0	50,0	3,0 – 5,0	0,5
БДК	400,0 – 600,0	200,0	10,0	3,0

состояние не только корпуса в целом, но и отдельных его конструктивных элементов.

На настоящий момент дефектация корпуса надводных кораблей осуществляется в соответствии с Приложением 4 «Инструкция по дефектации корпусных конструкций надводных кораблей ВМФ» РЭКУС НК – 84 [6]. Основные положения «Инструкции» соответствуют современным требованиям и задачам, стоящим перед ВМФ, по оценке состояния кораблей и продлению сроков их эксплуатации. Однако нужно обратить внимание на ряд моментов, которые должны быть уточнены и конкретизированы для выполнения указанных выше задач.

Прежде всего необходимо конкретизировать объем работ по дефектации корпуса с указанием перечня конструктивных элементов, порядка проведения замеров толщин и деформаций листов и конструктивных элементов и уточнить нормы остаточных толщин с прогнозируемым износом конструкции в течение предполагаемого срока продления службы корабля.

В табл. 4 приведены предельно допускаемые величины коррозионного износа корпусных конструкций надводных кораблей ВМФ в соответствии с РЭКУС НК–84 [6]. Недостатком этого метода является то, что нормы износа не учитывают возможный износ конструкции в течение предполагаемого срока продления службы корабля.

измерения; использование специальных составов для уменьшения коррозии и т.д. Набор корпуса вообще обходят стороной, «забывая» выполнить замеры толщин и деформаций.

Подводя итог вышесказанному, можно утверждать, что для продления полных сроков эксплуатации НК необходимо следующее:

1. Разработка методики по количественной и качественной оценке состояния корпуса и отдельных ее элементов с подробным описанием объема необходимых работ по замерам толщин и деформаций корпусных конструкций,

2. В данной методике должен быть определен порядок выполнения выше-названных работ и уточнены нормируемые значения толщин элементов корпусных конструкций с учетом предполагаемого коррозионного и других типов износа,

3. Исходя из позиций экономической целесообразности в условиях тотального дефицита средств на ремонт кораблей ВМФ РФ, данная методика должна предусматривать продление НСС, МРС и МДС на срок до пяти лет,

4. Для обеспечения безопасной эксплуатации корабельного состава ВМФ РФ в данный период (между оценками состояния корпуса и отдельных ее элементов) должно быть предусмотрено освидетельствование корпусов НК на плаву с помощью современных

ЛИТЕРАТУРА

1. Доклад Начальника ГТУ ВМФ на ВТС ВМФ 2005 г. вице-адмирала Н.Карачуна.
2. Государственная программа вооружений на 2007–2015 гг.
3. Акт работы комиссии Министерства обороны по проверке состояния судоремонта корабельного состава ВМФ от 15.02.2005 г.
4. Приказ ГК ВМФ 1973 года № 195.
5. Положение ДВИЕ.360090.001 «Надводные корабли. Порядок продления Межремонтных и полных сроков службы боевых надводных кораблей, боевых катеров, кораблей специального назначения, морских судов обеспечения, катеров и рейдовых судов обеспечения». Утверждено ГК ВМФ 09.11.2005 г.
6. Руководство по эксплуатации металлических корпусов, устройств и систем надводных кораблей ВМФ (РЭКУС – НК – 84).
7. Руководство по эксплуатации и техническому обслуживанию судов Военно-Морского Флота (РЭТОС ВМФ-2003). Утверждено ГК ВМФ 29.07.2003 г.
8. Методические основы оценки состояния корпусных конструкций надводных кораблей. – СПб.: Изд. 1 ЦНИИ МО РФ, 1995.
9. Научно-технический отчет по работе: «Разработка компьютерной про-

Таблица 4

Допускаемые величины износа корпусных конструкций надводных кораблей ВМФ

Конструкция	Общее предельно допустимое коррозионное разрушение (износ) корпусных конструкций, % построчной толщины		
	Носовая четверть корпуса	Средняя часть корпуса	Кормовая четверть корпуса
Верхняя палуба	30	20	30
Палубный стрингер	25	20	25
Палуба полубака	30	20	-
Нижняя палуба, платформы, второе дно	40	30	40
Наружная обшивка:			
днище	30	20	30
борт	30	30	30
район переменной ватерлинии	25	25	25
ширстрек	30	20	30
Набор	20	20	20
Переборки	30	30	30

Современная практика проведения дефектации корпуса кораблей ВМФ на судостроительных и судоремонтных заводах ограничивает объем измерений толщин элементов корпуса в основном листами наружной обшивки. При этом находится ряд аргументов для непроведения оценки в других местах: зашивка листов переборок изоляцией; труднодоступность места

средств дефектации на основе неразрушающего контроля конструкций.

Необходимо отметить, что работы по разработке таких рекомендаций выполнялись в объеме научно-исследовательских работ в 1 ЦНИИ МО РФ [8] и Военно-морском инженерном институте [9–10]. Однако результаты данных работ не были использованы на флоте.

граммы контроля и прогноза состояния корабля» / НИР «Прогноз» / СПб., ВМИИ, 1999.

10. Научно-технический отчет по работе «Разработка методов и систем контроля прочности корпуса в процессе эксплуатации корабля в экстремальных ситуациях» / НИР «Шип». – СПб., ВМИИ, 2000. ■

Антропоморфные приборы и системы (подобные человеку по принципам и механизмам обработки данных и знаний) занимают стремительно расширяющийся сегмент мирового рынка высоких технологий. Сокращение сроков проектирования антропоморфных систем, относящихся к классу сверхсложных технических объектов, является актуальной научно-практической задачей, лежащей в русле критических технологий федерального значения. Эффективный путь решения данной проблемы — создание основ такой технологии проектирования антропоморфных систем, уровень интеллектуальности которой соответствует уровню интеллектуальности проектируемого объекта.

СТРАТЕГИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Структура антропоморфной системы (АС) в значительной мере определяет ее облик, под которым понимают перечень ее основных элементов (составных частей), взаимное расположение составных частей в пространстве, способы и средства соединения и связи составных частей между собой, последовательность взаимодействия составных частей во времени, особенности конструктивного исполнения составных частей, принципиально важные соотношения параметров для системы в целом или ее отдельных составных частей. Техническое решение (ТР) представляет собой агрегированное описание проектируемой системы, которое в процессе проектирования должно быть дополнено параметрическим описанием и графическим представлением. В качестве параметров объекта проектирования выступают его конструктивно-технические характеристики (КТХ), расчет и уточнение которых составляют основную задачу эскизного проектирования. В дальнейшем проектирование заключается в построении графического образа изделия, подготовке рабочих чертежей и конструкторской документации (технического и рабочего проектов). Определение структуры изделия — наиболее творческая задача. Ее формализация должна учитывать следующую особенность традиционных подходов к проектированию. Приступая к синтезу облика АС, проектировщик обычно уже имеет ее функциональное представление (описание) и, исходя из этого, формирует структуру или единое функционально-структурное представление. Отсюда формализация ранних стадий проектирования так или иначе должна коснуться и функционального представления проектируемой системы. В основе функционального представления лежит система целей, предпочтений, потребностей и степень их удовлетворения проектируемой системой.

ОБЩАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АНТРОПОМОРФНЫХ СИСТЕМ

*Г.А. Коржавин, д-р техн. наук, проф., генеральный директор,
К.В. Лапшин, начальник лаборатории, ОАО «Концерн «Гранит-Электрон»,
контакт. тел. (812) 271 4276*

Под *функцией* понимается действие, направленное на удовлетворение какой-либо потребности на достижение определенной цели. Чтобы подчеркнуть многозначность понятия функций, интерпретируем их как пригодность или способность выполнять действие, поскольку АС могут быть пригодны к выполнению действий, для которых они и не предназначены. Более того, функции АС сами сложны и могут быть разделены на составляющие их подфункции. С объектом проектирования явно или неявно связывается также его основная функция (функциональное назначение), которая является системовыделяющей, вычлняющей подмножество сходных систем, к которому принадлежит и проектируемая АС.

Исходя из этого, предлагается следующая последовательность фаз интеллектуального проектирования (ИП):

$$F \rightarrow S \rightarrow P \rightarrow G,$$

где *F* — функциональное представление проектируемой АС в соответствии с системой предпочтений проектировщика; *S* — структурное представление проектируемой АС с учетом ее функционального представления на основе решения задачи формирования (синтеза) облика; *P* — отображение облика проектируемой системы в пространство параметров при помощи расчетно-логических процедур; *G* — графическое представление проектируемой системы, структура и параметры которой определены.

С информационной точки зрения проектирование — это процесс последовательного преобразования входной информации об объекте проектирования (его функционального представления) в выходную в виде проектно-конструкторской и технологической документации (описание, необходимое для производства). В процессе составления и преобразования описаний объекта проектирования используются также знания о рассматриваемой области и информация об опыте проектирования объектов аналогичного назначения.

Задачи составления параметрического *P* и графического *G* представлений АС иногда выводят за рамки ИП

как чисто технические, не требующие особых творческих усилий. Вместе с тем расчет параметров или графическое представление облика проектируемой системы могут показать несостоятельность выбранного ТР, послужить причиной пересмотра структуры проектируемой системы, подсказать принципиально новое ТР.

Рассматривая ИП как единый процесс, выделим три его основные задачи: формирование требований, синтез облика, анализ элементов. Эти задачи соответствуют ранним стадиям проектирования: требования к объекту проектирования формируются на стадии разработки технического задания (ТЗ), облик АС и ее техническая концепция — на стадии предварительного проектирования, наконец, основная задача эскизного проектирования — это анализ элементов, уточнение параметров и характеристик проектируемой АС, связанное с проектно-конструкторской проработкой ее основных составных частей и формированием их облика. Анализ элементов осуществляется на основе иерархической структуризации и сопровождается комплексными расчетами и экспериментальными исследованиями.

Дадим рабочие определения ряду основных понятий, отражающих особенности предметной области и выдвигающих требования к средствам автоматизации ИП.

Объект проектирования — это АС в виде технического объекта (ТО), который выполняет определенные функции, состоит из элементов (составных частей), характеризуется показателями (характеристиками) и зависит от внешних условий (среды). В основе описания ТО лежат функции, реализующие некоторые потребности (цели).

Функцию образуют иерархическую структуру (дерево), изоморфную дереву целей. Выделяются общие и частные функции. Частные функции представляют собой декомпозицию общих.

Составные части. АС состоит из элементов, которые часто естественным образом группируются в относительно самостоятельные составные части (под-

системы, агрегаты, блоки, узлы). Основным признаком выделения элементов и их группирования при формировании облика АС является функциональный – каждая составная часть выполняет одну или несколько самостоятельных функций, для каждой функции можно определить одну или несколько выполняющих ее составных частей.

Структура АС представляется в виде многоуровневого дерева, взаимосвязанного с деревом функций, но не повторяющего его. В вырожденном случае функция может быть отнесена к системе в целом, которая при этом считается функционально неделимой – при формировании облика рассматриваемая структура АС является функциональной (зависящей от выделенных функций) и может не включать ряд составных частей, имеющих самостоятельные, но исключенные из рассмотрения функции.

Характеристики. С каждой функцией связано некоторое подмножество показателей, характеризующих эффективность ее выполнения – тактико-технических (ТТХ), технико-экономических (ТЭХ), экологических и других характеристик. С каждой системой или ее составной частью связано также подмножество показателей или параметров, характеризующих их состав, ТР, взаимосвязь с другими системами или составными частями – конструктивно-технических характеристик (КТХ).

Характеристики могут быть определенным образом связаны (аналитически – теорией расчета, статистически, эмпирически и т.д.), каждая характеристика имеет некоторую шкалу измерения.

Критерии. В зависимости от конкретной постановки задач проектирования те или иные характеристики могут учитываться при формировании облика и, таким образом, выступать в качестве критериев оценки вариантов облика АС. Критерии образуют свою иерархию, соответствующую системе предпочтений проектировщика.

Условия функционирования. Параметры внешней среды, определяющие конкретные значения характеристик АС, выступают в роли условий ее функционирования (эксплуатации). Учет условий функционирования обеспечивается при помощи расчетно-логических процедур – пересчета типовых значений характеристик.

Облик. Целью ИП является формирование облика АС. Описание облика включает перечень функциональных элементов (составных частей) с указанием их технической реализации, а также значения характеристик в требуемых условиях функционирования. Предполагается, что техническая реализация составной части однозначно определяет ее конструктивное исполнение, положение в пространстве, взаимодействие с другими составными частями и т.д.,

если это необходимо для описания ТР объекта проектирования.

Требования. ТЗ формулирует требования к облику АС в виде ограничений на возможные значения ее характеристик (параметров) в конкретных условиях функционирования. Требования определяют в пространстве характеристик допустимую область, соответствующую уровню технического совершенства (эффективности) на момент начала изготовления АС, а также конкретным представлениям о допустимости или реализуемости используемых ТР.

Знания. В задачах ИП знания выступают в декларативной, продукционной и процедурной формах, каждая из которых имеет свои особенности приобретения (извлечения), представления и использования. Знания группируются в информационные структуры, соответствующие различным аспектам предметной области (структура, функции, характеристики и т.д.).

Процесс проектирования. ИП носит итеративный (поисковый) характер, что проявляется в его цикличности: исходный вариант требований к АС в ходе решения задач синтеза облика и анализа элементов может быть скорректирован, формирование облика АС в целом может быть приостановлено для формирования облика ее отдельных составных частей, пополнения имеющихся знаний и т.д.

Если задаться целью классификации по определенным признакам задач некоторой предметной области, в том числе и задач ИП, то следует иметь в виду непосредственную связь классификационных признаков с атрибутами задач, среди которых выделяются первичные: исходные данные («что дано») и требуемый результат («что найти»), а также вторичные: методы решения и используемые алгоритмы (зависят от первичных атрибутов задачи может быть более или менее сложной, тривиальной или неразрешимой, иметь одно, несколько, бесконечно много или ни одного решения. Соответственно, метод решения может быть простым или сложным (включать ряд самостоятельных этапов), точным или приближенным, единственно возможным или охватывающим группу альтернативных подходов. Под этим углом зрения можно рассматривать и задачи формирования облика АС на ранних стадиях проектирования и соответствующим образом их классифицировать. Прежде всего выделим некоторый «максимальный» вариант задачи, когда требуется «с нуля» сформировать ТЗ, техническое предложение и разработать эскизный проект системы. Такая задача является наиболее сложной, она включает в себя все остальные постановки задач формирования облика как частные случаи. В такой задаче явно имеются самостоятельные этапы: раз-

работка ТЗ, технического предложения и эскизного проекта.

Проанализировав информацию, привлекаемую для решения этой задачи, мы получаем сводный перечень исходных данных, которые в конкретных постановках могут быть частично известны или заданы. В зависимости от этого данная задача в ее полном объеме (включающая все три основных этапа) может выглядеть по-разному. При этом исходные данные включают сведения о следующих функциях, критериях, соотношениях:

функциях, возложенных на проектируемую систему;

условиях функционирования (эксплуатации) проектируемой системы;

аналогах проектируемой системы (с точки зрения выполняемых функций) и классе систем, которому принадлежит объект проектирования;

структуре, которая обеспечивает выполнение функций проектируемой системы;

конструктивных параметрах и характеристиках (ТТХ, ТЭХ) объектов класса, которому принадлежит проектируемая система;

требуемых и предельно допустимых значений характеристик проектируемой системы;

основных расчетно-логических соотношениях между характеристиками и параметрами проектируемой системы;

ТР, которые могут быть использованы в проектируемой системе (их параметры, место и опыт применения);

сочетаниях различных ТР (их совместимости, реализуемости, эффективности);

критериях оценки и сравнения проектных решений (и вообще о системе предпочтений проектировщика);

освоенном промышленностью базовом образце, заменить который должна проектируемая система.

Требуемый результат рассматриваемой «максимальной» задачи – это облик проектируемой АС, оформленный в виде эскизного проекта, который включает уточненные ТЗ и техническое предложение, проектно-конструкторскую проработку подсистем и агрегатов проектируемой системы, а также компоновочную и конструктивную схемы системы в целом, результаты экспериментальных исследований моделей ее функционирования.

Таким образом, в полном объеме результаты ранних стадий проектирования включают:

требуемые значения характеристик (ТТХ и ТЭХ);

предлагаемый состав проектируемой АС;

ТР, используемые в составных частях проектируемой системы (реализации составных частей, их КТХ и параметры, сведения об основных элементах составных частей);

значения характеристик проектируемой системы, полученные в результате экспериментальных исследований (в том числе в различных условиях функционирования), и их сравнение с требованиями ТЗ;

другую проектную документацию согласно отраслевым нормативным материалам (компоновочные решения, графические образы, технико-экономическое обоснование требований ТЗ и проектных решений и т.п.).

Частные задачи проектирования могут ограничиваться получением лишь части перечисленных сведений, имея в виду необходимость в дальнейшем продолжить проектирование и получить остальные сведения или сделать вывод о нецелесообразности его продолжения.

ОСОБЕННОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АНТРОПОМОРФНЫХ СИСТЕМ

Подчеркнем особенности процесса ИП, которые необходимо учесть при создании методов, алгоритмов и средств автоматизированной поддержки работы проектировщика:

1. Проблема формирования облика имеет большое количество различных постановок, которое отражает многообразие конкретных задач формирования облика.

2. ИП характеризуется отсутствием жесткой схемы решения задач. Практически любая процедура решения частной задачи может быть приостановлена из-за недостаточности исходных данных (тогда потребуется ввести в действие процедуры получения необходимых данных), некорректности данных (в таком случае будет необходимо выявить причины некорректности и устранить их путем выполнения соответствующих процедур) и т.д. В связи с этим ИП требует программного обеспечения большой гибкости.

3. Решение задач проектирования АС предполагает работу с большим объемом данных о предметной области. Простое перечисление наименований составных частей сложной системы, способов их соединения и характеристик может занимать десятки мегабайт.

4. Эффективная поддержка процесса проектирования невозможна без использования знаний о предметной области и самом процессе проектирования. При этом необходимы знания, которые разнообразны по форме представления и по семантике. Так, одна часть знаний имеет вид теорий расчета, связывающих формулами характеристики предметной области, другая часть представляется условными высказываниями типа «если – то», третья описывает существующие и потенциально возможные структуры объектов и процедур, четвертая – схемы объединения оценок вариантов по локальным критериям качества в глобальную скалярную оценку.

5. В ходе проектирования разработчик пользуется различными способами обоснования решений. Однако фактически эти способы сводятся к хранению и поиску информации, вычислениям, логическому выводу и многокритериальному анализу.

6. Практически во всех организациях уже существуют программные системы, автоматизирующие работу проектировщика. Эти системы часто разрозненны и обеспечивают помощь при решении отдельных задач: доступ данным, выполнение расчетов по заранее разработанным схемам вычислений для того или иного узла. В связи с тем, что развитие таких пакетов программ, как правило, невозможно из-за замкнутости, а их объединение все-таки необходимо для повышения эффективности процесса проектирования, возникает проблема создания надсистемы, которая обеспечит как объединение, так и развитие существующих средств.

7. Для ранних стадий проектирования неизбежна неполная определенность части знаний и данных, которая может выражаться по-разному – в виде неполноты описания, недоопределенности значений параметров, неточности результатов измерений, нечеткости информации, сообщаемой экспертами, случайности результатов того или иного действия, обусловленной невозможностью точного предсказания последствий реализации принимаемых решений.

Анализ процесса проектирования и современного состояния упомянутых областей знания показывает, что при интеллектуализации проектирования должны быть обеспечены:

возможность использования всех способов представления знаний (процедурного, продукционного, семантического);

реализация хранения и доступа к знаниям в рамках банка знаний;

многокритериальный анализ альтернатив (аналогов при выборе прототипа, вариантов облика после генерации альтернативных технических решений) на всех этапах проектирования;

построение заключений (о возможности сочетаний реализаций составных частей, о значениях характеристик реализаций в нетиповых условиях функционирования, о возможных очередных этапах проектирования) на основе логического вывода;

реализация расчетно-логических процедур (автоматический расчет значений ТЭХ и КТХ на основе теории расчета при произвольном составе исходных данных и требуемых результатов);

обработка не полностью определенной информации в ходе проектирования;

взаимодействие перечисленных процедур обоснования решений (так, на основе многокритериального анализа могут быть выбраны для выполнения правила из конфликтного множества,

сделан выбор варианта реализации плана вычислений по критериям времени и точности вычислений при наличии нескольких вариантов и т.д.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из вышеизложенного следует, что уровень интеллектуальности средств проектирования должен соответствовать уровню интеллектуальности объекта проектирования. Современные средства проектирования должны создаваться и функционировать на основе технологии гибридных экспертных систем, обеспечивающей наиболее полное воплощение принципов интеллектуализации проектирования антропоморфных систем.

Необходимость использования гибридных экспертных систем обосновывается тем, что многие пакеты прикладных программ, построенные на основе математических моделей, не всегда оказываются доступными непрограммирующим пользователям, так как не формализованы чисто экспертные знания. Причем даже использование пакетов по вычислительной математике или оптимизационных пакетов требует определенной, а иногда и весьма высокой квалификации специалиста по прикладной математике, который в данном случае является носителем специфических экспертных знаний. Поэтому чисто вычислительные или оптимизационные пакеты прикладных программ должны быть дополнены базами знаний, где зафиксирован опыт (возможно – эвристический) квалифицированных вычислителей. Гибридные экспертные системы должны решать проблему сочетания двух видов информации: количественных моделей точных наук и качественного опыта применения таких моделей в конкретных ситуациях. При этом точные модели избавляются от разного рода неформальных надстроек, а экспертные системы – от несвойственных им количественных зависимостей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Виньков М.М., Лапшин К.В., Фоминых И.Б.* Проектирование систем управления сложными динамическими объектами. – Тр. V Международ. науч.-практ. конфер. «Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте» (Коломна, 28–30 мая 2009 г.). – М.: Физматлит, 2009, т.2, с. 123–132.
2. *Грачёв А.А.* Модель системы управления процессом проектирования в нечёткой среде. – Тр. V Международ. науч.-практ. конфер. «Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте» (Коломна, 28–30 мая 2009 г.). – М.: Физматлит, 2009, т.2, с. 154–163.
3. *Soltani A., Haji R.* A Project Scheduling Method Based on Fuzzy Theory // Journal of Industrial and Systems Engineering. – 2007. – Vol. 1. – №1. – P. 70–80. ■

Масштабные проекты освоения Приразломного, Штокмановского, Ямальского и других нефтегазовых месторождений на Арктическом шельфе сулят баснословные прибыли. Однако интенсивная морская деятельность на больших глубинах, в экстремальных условиях Крайнего Севера при значительной удаленности районов добычи от береговой черты, неразвитости инфраструктуры и других факторах обуславливают повышенные риски возникновения техногенных аварий и катастроф.

Вследствие этого проблема обеспечения безопасности создаваемых добычных нефтегазовых комплексов в российском секторе Арктики приобретает особую актуальность. Для решения ключевых проблем привлечены ведущие зарубежные и отечественные компании, обладающие уникальными, высоконадежными технологиями глубоководной добычи углеводородов. Вместе с тем, как показывает анализ мировой статистики аварий и катастроф на морских буровых платформах [1–3], высокая проектная надежность оборудования не исключает риски аварий, обусловленных факторами навигационной, метеорологической и ледовой обстановки, а также нарушениями технологических процессов и регламентов со стороны персонала этих платформ. Ярким подтверждением тому является трагедия 2010 г. в Мексиканском заливе. Не следует также сбрасывать со счетов и угрозы террористической деятельности.

Основы безопасности технологических процессов морских добычных комплексов закладываются на стадии их концептуального проектирования [4], обеспечиваются адекватными инженерными и конструкторскими решениями, контролируются и регулируются в процессе функционирования специализированными автоматическими системами управления (АСУ ТП). При наличии нескольких различных технологических процессов информация о состоянии этих процессов стекается в центральный пост (диспетчерская) объекта, где специальная информационно-управляющая система (ИУС) осуществляет комплексное управление состоянием объекта. При этом, как показано, например, в [5], управление безопасностью объекта добычного комплекса возлагается на самостоятельную, расположенную на берегу систему. Размещаемая на объекте ИУС, согласно [5], должна осуществлять лишь информационный обмен с этой внешней системой, назовем ее ситуационным центром обеспечения безопасности (СЦОБ). Таким образом, центральная координирующая роль обеспечения безопасности в иерархической структуре разноплановых АСУ

БЕЗОПАСНОСТЬ ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ В РОССИЙСКОМ СЕКТОРЕ АРКТИКИ НУЖДАЕТСЯ В АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ

*Л.М. Клячко, канд. техн. наук, генеральный директор,
Д.О. Глазачев, инженер-программист,
А.В. Зеленецов, инженер-программист,
А.А. Мицок, инженер-программист,
Ю.А. Козин, зам. начальника отдела,
Б.И. Пустовит, начальник отдела,
ОАО «ЦНИИ «Курс», г. Москва,
контакт. тел. (495) 365 7585*

добычных комплексов данного региона возлагается на СЦОБ.

Предназначение, принципы построения и основные решаемые задачи такого центра рассмотрим на примере разработанного ОАО «ЦНИИ «Курс» в 2010 г. опытного образца программно-технического комплекса (ПТК) СЦОБ сложных морских транспортно-технологических комплексов для арктических нефтегазодобывающих платформ (СТТК).

Предназначение и область применения. ПТК СЦОБ реализует технологии удаленного управления процессами обеспечения безопасности разнородных объектов сложных транспортно-технологических комплексов (СТТК).

ПТК предназначен для автоматизации функциональной деятельности должностных лиц и персонала СЦОБ по управлению режимами безопасности, предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций на объектах СТТК.

ПТК обеспечивает автоматический сбор, хранение, обработку, анализ, отображение и передачу информации о ситуации на объектах СТТК и при-

легающей к ним акватории Северного Ледовитого океана.

Область применения ПТК: нефтегазодобыча, комплексный мониторинг обстановки, управление сложными групповыми динамическими объектами, а также обеспечение безопасности портов и других объектов морской деятельности, требующих повышенных мер защиты от несанкционированных действий.

Принципы построения. Основу логической схемы функционирования ПТК (рис.1) составляют два фундаментальных принципа – наблюдаемости и управляемости контролируемого объекта.

Функциональные задачи. В рамках реализации этих принципов ПТК решает следующие основные функциональные задачи:

- получение, обработка, хранение и документирование разнородной оперативной информации;
- комплексирование данных, поступающих от разнородных средств освещения подводной, надводной и воздушной обстановки;



Рис. 1. Логическая схема функционирования ПТК

- назначение и контроль прав входа динамических объектов различных типов в запретные зоны;

- анализ и прогнозирование навигационной обстановки;

- анализ метеорологической и ледовой обстановки, прогнозирование угроз нерасчетного воздействия на объекты СТТК;

- мониторинг состояния объектов СТТК;

- формирование базы данных и корректировка сведений о характеристиках и состоянии контролируемых стационарных и динамических объектов, принадлежащих различным заинтересованным министерствам и ведомствам (далее – удаленная организация);

- формирование и корректировка списка нештатных (чрезвычайных) ситуаций и их характеристик;

- формирование и корректировка сценариев первоочередных действий в тех или иных нештатных ситуациях;

- анализ состояния приданных аварийно-спасательных средств (АСС) и корректировка, при необходимости, их состава;

- взаимодействие с удаленными организациями (рис. 2), управление приданными АСС;

- поддержка принятия решений о первоочередных действиях при возникновении угроз и в чрезвычайных ситуациях, в том числе:

- назначение состава АСС, привлекаемых для локализации и устранения последствий нештатной (чрезвычайной) ситуации;

- назначение маршрутов движения привлекаемых АСС, формирование и утверждение приказа на их перемещение в назначенную точку;

- визуализация текущей обстановки, сигналов угроз и чрезвычайных ситуаций (ЧС),

- информационное обеспечение членов оперативной группы, формируемой для локализации и устранения последствий ЧС.

Общесистемные задачи. В процессе выполнения перечисленных функций ПТК решает совокупность следующих общесистемных задач:

- обработка картографической информации и построение многослойных электронных векторных карт с поддержкой масштабирования выделенных областей карты, отображения наблюдаемых объектов, всплывающих сообщений об их параметрах и характеристиках;
- хранение и обработка протоколов информационного обмена с подключенными средствами освещения обстановки;
- динамическое обновление библиотек обработки протоколов информационного обмена с подключенными средствами освещения обстановки при расширении или корректировке их списка;



Рис. 2. Информационно-управляющие связи ПТК (вариант)

- динамическое обновление модулей анализа обстановки при необходимости расширения спектра решаемых задач;

- документирование информации;

- разграничение доступа удаленных организаций, должностных лиц и персонала СЦОБ, в целях защиты информации от несанкционированного доступа;
- горячее резервирование серверной группы и др.

Технологические задачи. В целях создания условий для проверки и отработки разработанных алгоритмов и специального программного обеспечения ПТК решает ряд технологических задач:

- моделирование и имитация движения надводных и подводных объектов, летательных аппаратов различных классов и типов, айсбергов и ледового покрова;

- имитация информационных сообщений различных средств освещения обстановки (РЛС, ГАС, ОЭС, спутниковые системы наблюдения) об элементах движения наблюдаемых объектов;

- имитация (задание) состояния стационарных объектов СТТК;

- масштабирование системного времени.

Программное обеспечение. Программное обеспечение (ПО) ПТК написано на объектно-ориентированном языке C# в среде разработки Microsoft Visual Studio 2008 и работает под управлением операционной системы Microsoft Windows XP/ Windows Vista/ Windows 7 и выше при установленном .NET Framework версии 3.5 и выше.

Архитектура программного обеспечения (рис.3) включает базу данных,

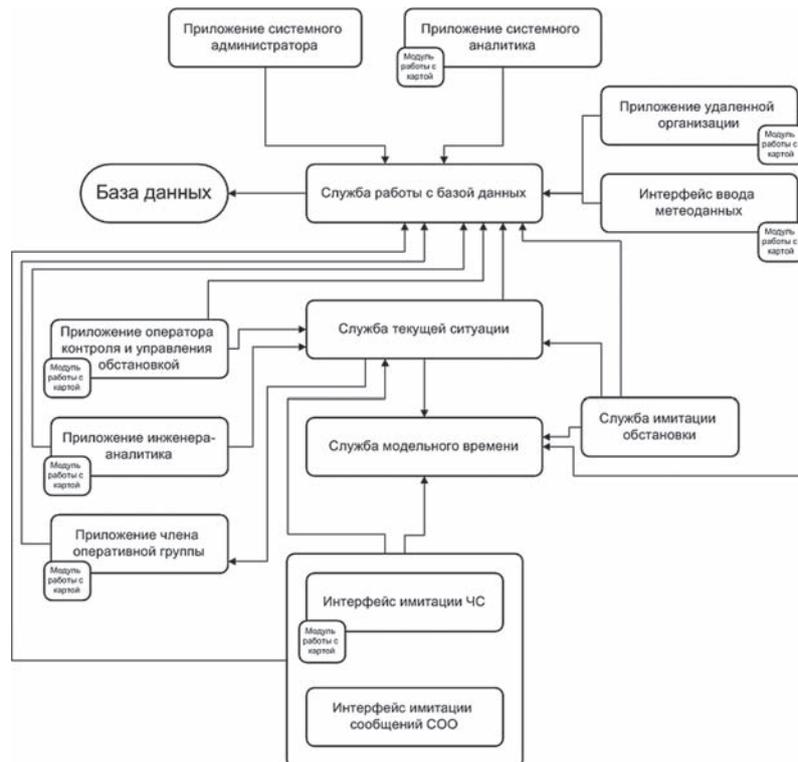


Рис. 3. Архитектура программного обеспечения

четыре веб-сервиса (с использованием технологии ASP.NET и AJAX), реализующих функции служб работы с базой данных, текущей ситуации, модельного времени и имитации обстановки, а также 10 клиентских приложений, разработанных с использованием технологии WPF и осуществляющих решение функциональных, общесистемных и технологических задач ПТК.

База данных. В соответствии с требованием заказчика база данных работает под управлением СУБД Microsoft SQL Server 2008. Она состоит из 22 таблиц, предназначенных для хранения:

- списков персонала и внешних абонентов, взаимодействующих с ПТК;
- прав доступа абонентов к хранимой информации;
- типов динамических и стационарных объектов, их параметров и характеристик;
- списков типов и характеристик потенциально возможных чрезвычайных ситуаций;
- отношений типов объектов, типов чрезвычайных ситуаций, типовых приказов, команд и рекомендаций для их ликвидации;
- конструкторской и другой служебной документации по каждому контролируемому объекту СТТК;
- журналов документирования деятельности персонала ПТК и операторов удаленных организаций;
- журналов входящих сообщений;
- другие данные, необходимые для решения функциональных задач.

Предусмотрена возможность интерактивной адаптации базы данных к изменившимся условиям функционирования ПТК, в том числе создания и корректировки операторами удаленных организаций списка подчиненных объектов, включая иерархически организованные структуры взаимосвязанных динамических объектов, например, ледокол (танкер) + вертолет.

Служба работы с базой данных.

Служба обеспечивает взаимодействие программных модулей ПТК с базой данных (БД). На службу возлагается:

- обработка клиентских запросов и передача требуемых данных;
- контроль прав клиента при работе с базой данных;
- выбор, обновление, удаление информации из базы данных;
- обеспечение безопасности хранящейся в базе данных информации;
- формирование и динамическая коррекция структуры базы данных с характеристиками и свойствами динамических объектов (надводные, подводные, летательные аппараты) различной ведомственной принадлежности и назначения;
- формирование и динамическая коррекция структуры базы данных с

характеристиками и свойствами стационарных объектов нефтегазоперерабатывающего комплекса (платформы, буровые, газопровод, газоперерабатывающий завод и т.п.).

Служба анализа и прогноза текущей обстановки. Служба осуществляет получение, обработку и пересылку для документирования информационных сообщений различных средств оповещения обстановки (СОО), а также управление работой модуля анализа и прогнозирования обстановки, в т.ч.:

- формирование запросов на получение необходимой информации;
- комплексирование информационных сообщений о динамических объектах, наблюдаемых различными СОО и формирование единой сводной таблицы;
- хранение в оперативной памяти текущей обстановки;
- управление модулем анализа и прогнозирования навигационной обстановки;
- управление модулем анализа метеорологических данных;
- передача для документирования информационных сообщений от СОО;
- передача для документирования параметров текущей обстановки;
- анализ и прогноз навигационной обстановки;
- анализ состояния стационарных объектов нефтегазодобывающего комплекса;
- анализ метеорологической обстановки;
- формирование признаков угроз, аварийных и других чрезвычайных ситуаций (ЧС).

Служба модельного времени. Служба осуществляет синхронизацию работы программных служб ПТК и масштабирование системного времени в технологическом режиме работы с имитатором обстановки.

Служба моделирования ДО и СОО. Моделирование движения динамичес-

ких объектов (ДО) и имитация информационных сообщений средств оповещения обстановки (СОО) осуществляется службой моделирования ДО и СОО. Данная служба осуществляет:

- обработку утвержденных приказов на начало движения динамических объектов;
- моделирование движения динамических объектов с учетом их характеристик, хранящихся в БД, в соответствии с маршрутами и режимами движения, содержащимися в утвержденных приказах;
- имитацию сообщений средств оповещения обстановки;
- обработку и передачу информационных сообщений СОО в соответствии с загруженными протоколами информационного обмена;
- оперативное хранение текущих элементов движения динамических объектов.

Клиентские приложения. Для реализации функциональных и технологических задач ПТК, обеспечения интерактивного взаимодействия персонала СЦОБ и удаленных организаций с ПТК разработаны, с использованием клиент-серверных технологий, 10 клиентских приложений. Для каждого клиентского приложения написана соответствующая программа-установщик на АРМ.

Состав и приборная реализация.

ПТК представляет собой распределенную локальную вычислительную сеть с удаленным доступом к информационным ресурсам комплекса. В его состав (рис. 4) входят:

- центр обработки и анализа информации – 1 комплект;
- пульт контроля и управления обстановкой – 1 комплект;
- рабочее место инженера-аналитика – 1 комплект;
- рабочее место оператора удаленных организаций – в соответствии с числом взаимодействующих министерств и ведомств;

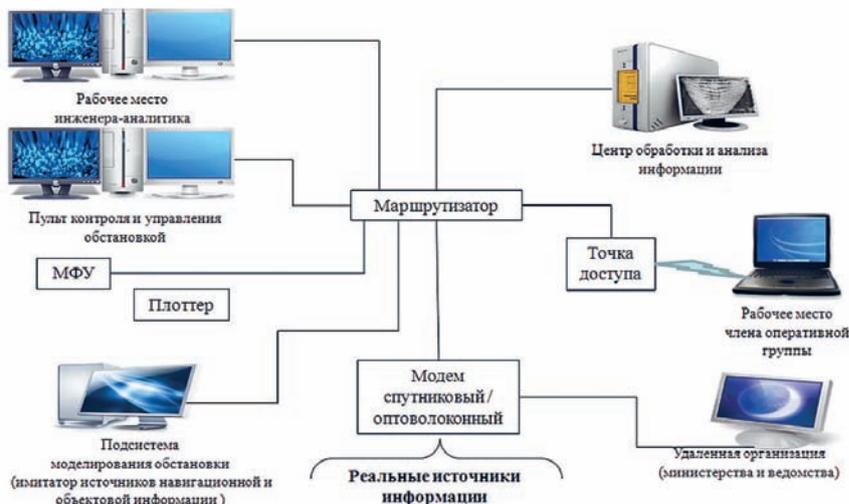


Рис. 4. Состав ПТК

- рабочее место члена оперативной группы (ОГ) – в соответствии с численным составом Оперативной группы;
- подсистема моделирования обстановки – 1 комплект;
- МФУ и плоттер – 1 комплект;
- структурированная кабельная сеть – 1 комплект.

Программно-аппаратную основу комплекса составляют высокоэффективные общесистемные программные продукты массового применения фирмы Microsoft и высокопроизводительные персональные ЭВМ компании «Samsung», лицензионное производство которых освоено отечественной промышленностью.

Центр обработки и анализа информации реализован на двух параллельно работающих высокопроизводительных серверах, что обеспечивает требуемый уровень его надежности.

Все пульта и рабочие места (за исключением рабочего места члена ОГ) реализованы на типовых стационарных АРМ, укомплектованных двумя дисплеями.

Количество рабочих мест операторов удаленных организаций соответствует числу взаимодействующих с СЦОБ министерств и ведомств. Настройка комплекса на заданное количество таких абонентов осуществляется в процессе его монтажа и наладки, и не требует корректировки специального программного обеспечения. Рабочее место члена оперативной группы представляет собой современный ноутбук, оснащенный модулем Wi-Fi, что обеспечивает его мобильность в пределах зоны действия беспроводного маршрутизатора («точка доступа») и позволяет, при необходимости, варьировать и быстро наращивать число таких мест.

В состав комплекса включены как вспомогательное оборудование, так и серийные МФУ формата А4 и плоттер формата А1, поставляемые компанией «НР».

В соответствии с требованиями заказчика разработка структурированной кабельной сети ПТК ограничена линиями связи между подсистемами комплекса, включая «технические средства сопряжения с системой передачи данных для обеспечения взаимодействия с другими системами и получения информации от источников». Вследствие этого сеть ПТК разработана в предположении, что обмен информацией с удаленными абонентами будет осуществляться по протоколу Ethernet с использованием стандартных средств оптоволоконной и спутниковой связи через соответствующие модемы с последующей маршрутизацией информационных потоков средствами ПТК по его внутренней сети, реализованной на «витой паре» (STP category 5). В этой связи в опытном образце ПТК предусмотрено прямое под-

ключение подсистемы моделирования обстановки и рабочих мест удаленной организации через основной маршрутизатор комплекса.

Такое решение не только обеспечивает возможность полномасштабного тестирования и отработки специального программного обеспечения комплекса, но и создает условия для использования подсистемы моделирования в качестве тренажера персонала СЦОБ. В этих целях реализовано программное переключение режимов работы ПТК: «Имитация» – «Штатная работа».

На различных постах и рабочих местах подсистем ПТК реализовано 10 пользовательских интерфейсов (более 50 рабочих информационных панелей), обеспечивающих интерактивный режим работы операторов. В силу ограниченности объема статьи приведем только самые значимые из них.

Интерфейс «Имитация чрезвычайной ситуации» обеспечивает:

- дискретную установку и динамическое масштабирование системного времени;
- отображение хранящегося в БД дерева типов объектов, контролируемых ПТК;
- выбор объекта того или иного типа, на котором предполагается имитировать ЧС;
- отображение хранящегося в БД дерева типов ЧС;
- ввод, корректировка и отображение хранящихся в БД параметров ЧС данного типа;
- контроль ошибочных действий оператора при вводе информации.

Интерфейс «Системный администратор» обеспечивает:

- отображение состояния серверов ПТК;
- назначения ведущего и резервного серверов;
- выключение и включение резервного сервера.

Интерфейс «Имитация сообщений средств освещения обстановки» обеспечивает:

- отображение списка зарегистрированных в БД средств освещения обстановки и их ID в системе ПТК СЦОБ;
- отображение полного названия класса из динамически загружаемой библиотеки, осуществляющего прием и отправку информационных сообщений СОО,
- загрузку или удаление библиотек передачи сообщений для выбранного средства освещения обстановки;
- переключение режима работы ПТК (имитация или работа с реальными СОО).

Интерфейс «Удаленная организация» обеспечивает интерактивное взаимодействие оператора удаленной организации с ПТК. Интерфейс позволяет оператору данной организации:

- вносить в БД, корректировать и удалять, при необходимости, типы, параметры, характеристики, графические изображения стационарных и динамических объектов, принадлежащих данной организации (рис. 5);
- создавать иерархически организованные структуры взаимосвязанных динамических объектов, например, ледакол (танкер) + вертолет;
- задавать контур площадных объектов геометрически неправильной формы с условной точкой координат центра его базирования;
- вносить в БД и корректировать данные о координатах текущего места базирования каждого динамического или стационарного точечного объекта;
- задавать ограничения на условия применения для каждого загружаемого в базу данных динамического объекта;
- назначать и корректировать режимы (маршевую скорость, высоту или глубину) и маршруты движения подчиненных объектов;

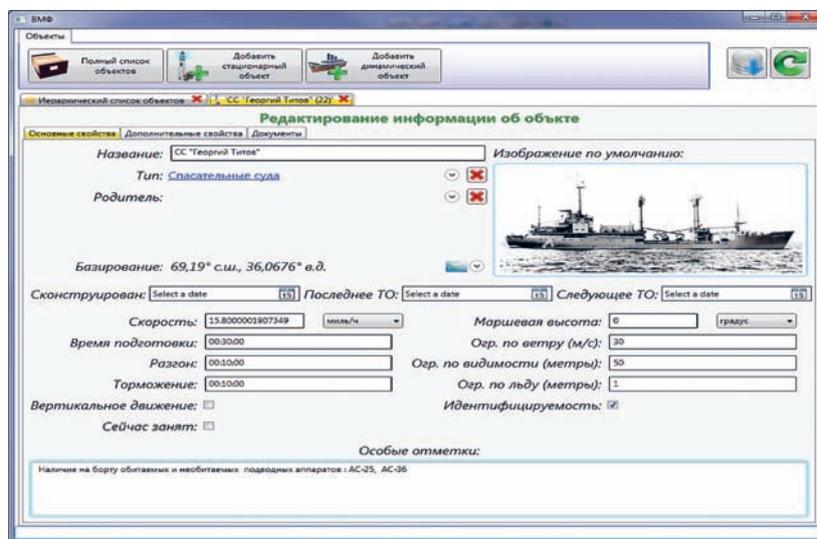


Рис. 5. Панель ввода данных динамического объекта

- утверждать и корректировать проекты приказов на перемещение подчиненных объектов;
- контролировать ошибочные действия оператора при вводе того или иного параметра;
- контролировать и задавать текущее состояние объекта, занесенного в БД ПТК;
- осуществлять просмотр введенной в БД информации о подчиненных объектах (рис. 6).

Интерфейс модуля «Работа с картой» позволяет:

- отображать электронную карту местности (рис. 7);
- отображать пиктограммы динамических и стационарных объектов;
- скрывать и отображать необходимые оператору слои карты (картографическая подложка, метеоусловия, ледовая обстановка, запретные зоны, стационарные объекты, протяженные объекты, СОО, динамические объекты, объекты);
- масштабировать выделенный участок карты;
- наносить точечные, линейные, в т.ч. ломаные, и площадные объекты произвольной формы на карту.

Интерфейс «Ввод метеоданных» обеспечивает:

- задание и редактирование списка метеорологических параметров;
- задание и редактирование значений метеорологических параметров;
- графическое преставление и отображение метеорологических данных;
- контроль ошибочных действий оператора при вводе данных.

Интерфейс «Инженер-аналитик» обеспечивает:

- отображение списков техногенных объектов (наблюдаемые динамические

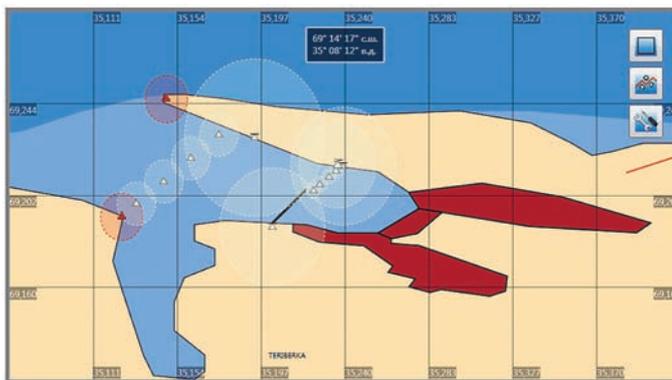


Рис. 6. Пример размещения СОО и инфраструктуры ГПЗ в п. Териберка и масштабирование карты

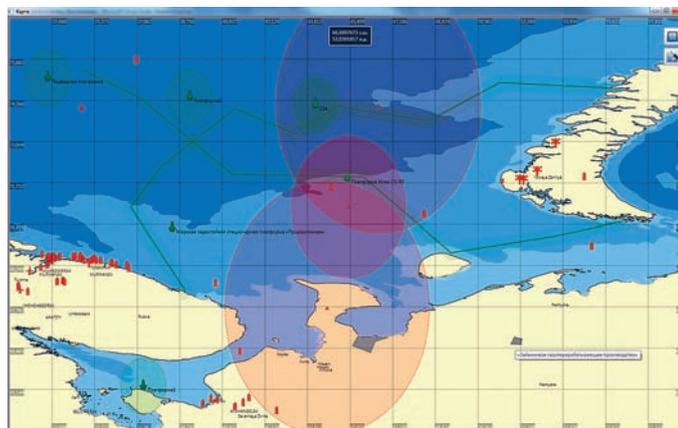


Рис. 7. Общий вид интерфейса «Работа с картой»

объекты, действующие стационарные объекты, динамические объекты в пунктах базирования), истории отправленных запросов, списка чрезвычайных ситуаций (рис. 8);

- отображение данных о наблюдаемом объекте, конструкторской документации, схем, инструкций и других материалов, хранящихся в базе данных;
- отображение местоположения и обстановки в окрестности аварийного объекта;

- отображение параметров аварии, произошедшей на объекте;
- отображение электронной карты местности и обстановки в привязке к ней.

Интерфейс «Член оперативной группы» обеспечивает:

- авторизацию пользователя в системе;
- отображение списков техногенных объектов (наблюдаемые динамические объекты, действующие стационарные объекты, динамические объекты в пунктах ба-

Динамические объекты в пунктах базирования						Действующие стационарные объекты				
ID	Название	Тип	Владелец	Координаты	Готовность	ID	Название	Тип	Владелец	Координаты
9	Танкер проекта 20070 "Miras"	Танкеры	Неизвестен	(33.2397 ; 69.0655 ; 0)	00:00:00	4	Платформа2	Платформа	Неизвестен	(39.135 ; 74.478)
10	Б-388 "Петровавдск"	Подводные лодки	Неизвестен	(40.2359 ; 64.826 ; 0)	00:00:00	5	Платформа1	Платформа	Неизвестен	(37.3055 ; 65.2465)
11	Вертолет "Си Хилл"	Вертолеты	Неизвестен	(35.1528 ; 69.208 ; 0)	00:00:00	13	Подводная платформа	Подводные	Газпром	(33.5133 ; 75.0884)
12	Самолет TP-134 A	Самолеты	Неизвестен	(32.8025 ; 68.951 ; 0)	00:00:00	14	небое название	Неизвестен	Неизвестен	(0 ; 0)
17	Танкер проекта 05-55 "Азарт"	Танкеры	ВМФ	(55.068 ; 69.7414 ; 0)	00:00:00	15	Трубопровода 1	Наземные	Газпром	(42.984 ; 73.0833)
19	СС "Мезань Рудничский"	Спасательные суда	ВМФ	(48.4267 ; 70.7607 ; 0)	00:01:00	16	Трубопровода 2	Наземные	Газпром	(34.3975 ; 73.6848)
22	СС "Георгий Титов"	Спасательные суда	ВМФ	(36.0676 ; 69.19 ; 0)	00:30:00	20	234	Донные платформы	РосГеоМет	(64.1236 ; 74.2195)
23	СС "Аляш"	Спасательные суда	ВМФ	(35.262 ; 69.2902 ; 0)	00:30:00	21	Завод НГЗ	Технологический комплекс	Газпром	(66.1475 ; 66.6167)
24	СБС "Памир"	Спасательные суда	ВМФ	(36.2248 ; 69.1398 ; 0)	00:30:00	78	Морская ледостойкая станция	Морские стационарные плат	Неизвестен	(68.4451 ; 70.2928)
25	СБС "Н.Чикер"	Спасательные суда	ВМФ	(34.8297 ; 69.3236 ; 0)	00:30:00	84	«Зайкиноское газоперерабат	Газоперерабатывающий за	Неизвестен	(52.1207 ; 66.7003)
26	СБС "СБ-523"	Спасательные суда	ВМФ	(36.718 ; 69.0396 ; 0)	00:30:00	86	Платформа Moss CS-50	Глубоководная платформ	Газпром	(45.3812 ; 71.8802)
27	СБС "СБ-406"	Спасательные суда	ВМФ	(36.0283 ; 69.19 ; 0)	00:30:00					
28	КУЛ "КИЛ-143"	Спасательные суда	ВМФ	(35.3406 ; 69.3403 ; 0)	00:30:00					
29	ВДС "ВМ-72"	Спасательные суда	ВМФ	(35.596 ; 69.2735 ; 0)	00:30:00					
30	ВДС "ВМ-227"	Спасательные суда	ВМФ	(33.749 ; 69.3738 ; 0)	00:30:00					
31	ВДС "ВМ-596"	Спасательные суда	ВМФ	(33.7883 ; 69.3738 ; 0)	00:30:00					
32	ПЖС "ПЖС-88"	Спасательные суда	ВМФ	(33.5329 ; 69.4072 ; 0)	00:30:00					

Наблюдаемые динамические объекты						
ID	Название	Тип	Владелец	Координаты	Скорость	Курс
7	новый корабль	Танкеры	ВМФ	(37.0241 ; 75.6811 ; 0)	0	0
14	цист/Якшуба	Динамические	Неизвестен	(44.7327 ; 71.6128 ; 0)	0	0
18	Танкер проекта Р-70046 "Северный"	Танкеры	Газпром	(36.6571 ; 69.1231 ; 0)	0	0
42	ТАРКР "Адмирал Нахимов"	ТАРКР	ВМФ	(0 ; 0 ; 0)	0	0
53	Научно-исследовательское судно «Акадеи	Суда обеспечения	Неизвестен	(41.137 ; 66.3628 ; 0)	0	0
54	Морской спасательный буксир «Неотрад	Спасательные суда	МЧС	(34.8101 ; 69.4239 ; 0)	0	0
62	Самолет «Ик-42Б»	Самолеты	МЧС	(40.9405 ; 64.6116 ; 0)	0	0
65	Ту-154М	Самолеты	ВВС	(41.2549 ; 64.7452 ; 0)	0	0
74	БЛА "Дозор-50"	Беспилотные ЛА	ВВС	(41.4907 ; 64.8956 ; 0)	0	0
77	НПА "Аляш"	Подводные аппараты	ВМФ	(34.5154 ; 69.3905 ; 0)	0	0
79	Судно обеспечения нефтяных платформ	Суда обеспечения	ВМФ	(0 ; 0 ; 0)	0	0

Рис. 8. Панель состояния техногенных объектов

зирования), истории отправленных запросов, списка чрезвычайных ситуаций;

– отображение сведений о месте возникновения ЧС, ее основных параметрах, окружающей обстановке, рекомендаций по устранению ЧС (рис. 9);

– отображение детальных сведений об объекте, конструкторской документации на объект;

– список локальных пользователей;
– список удаленных организаций;
– список библиотек анализа обстановки;

– список библиотек обработки информационных сообщений СОО.

Кроме того, данный интерфейс осуществляет подключение из числа загруженных соответствующей библиотеки

– выписку проекта приказа и отправку его удаленной организации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы надеемся, что краткое описание созданного комплекса позволит сформировать читателям целостное представление о задачах и функциональных возможностях этой информационно-управляющей системы.

Целесообразность внедрения таких систем не вызывает сомнений, а создание межведомственной автоматизированной системы информационной поддержки проведения морских спасательных операций рассматривается Стратегией развития морской деятельности на период до 2030 [6] как одно из приоритетных направлений. Для обеспечения безопасности добычи углеводородов в Арктике необходимы эффективные автоматизированные системы управления.

Мы приглашаем все заинтересованные организации к сотрудничеству по внедрению созданного комплекса и его дальнейшему развитию с учетом новейших достижений в области ИТ технологий, систем наблюдения и связи.

ЛИТЕРАТУРА

1. WOAD – Worldwide Offshore Accident Databank. Statistical report, 1998. (The prime Source of Information on Offshore Accidents to : Authorities, Consultants, Drilling Operations, Insurance, Oil Companies, Rig Owners and Salvage) – Norway, Hovik: Det Norske Veritas AS, 1999.
2. Accident statistics for Floating Offshore Units on the UK Continental Shelf 1980–2003. – RR353 Research report. (Prepared by Det Norske Veritas for the Health and Safety Executive 2005) – Norway, Hovik: Det Norske Veritas AS, 2005.
3. Accident statistics for fixed offshore Units on the UK Continental Shelf 1980–2005. – RR566 Research report. (Prepared by Det Norske Veritas for the Health and Safety Executive 2007) – Norway, Hovik: Det Norske Veritas AS, 2007.
4. Российский Морской Регистр судоходства. Правила классификации, постройки оборудования плавучих буровых установок и морских стационарных платформ.– СПб., 2008.
5. Антонов В.В., Бобрович В.Ю., Сус Г.Н., Ушаков Г.Н., Костюченко Р.В. Информационно-управляющая система для морских платформ добычи углеводородов. – Системы управления и обработки информации: Научн.-техн. сб. / ФГУП «НПО «Аврора», СПб., 2009, вып. 17.
6. Стратегия развития морской деятельности Российской Федерации до 2030. Распоряжение правительства РФ, 08.12.2010, № 2205-р. ■

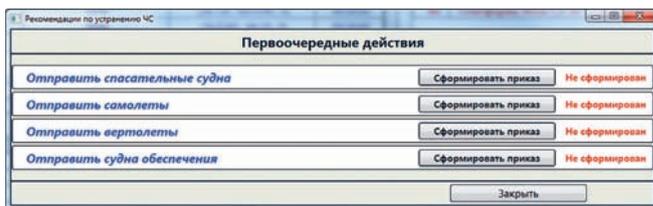


Рис. 9. Рекомендации по устранению ЧС

– отображение электронной карты местности и обстановки в привязке к ней.

Интерфейс «Системный программист» обеспечивает ввод в базу данных, корректировку или удаление следующей информации:

– перечни типов чрезвычайных ситуаций;

– список параметров и характеристик чрезвычайных ситуаций;

– список сценариев принятия решений;

– список параметров средств освещения обстановки;

– значения параметров средства освещения обстановки того или иного типа;

– значения параметров и географических координат места расположения средства освещения обстановки (рис.10);

обработки протоколов информационного обмена с СОО.

Интерфейс «Контроль и управление обстановкой» осуществляет:

– визуализацию карты местности и послойное отображение на ней объектовой, навигационной, метеорологической и ледовой обстановки;

– отображение списков наблюдаемых динамических и стационарных объектов с параметрами их состояния;

– сигнализацию при возникновении чрезвычайной ситуации (рис. 11);

– отображение списков динамических и стационарных объектов с параметрами их состояния;

– сигнализацию при возникновении чрезвычайной ситуации;

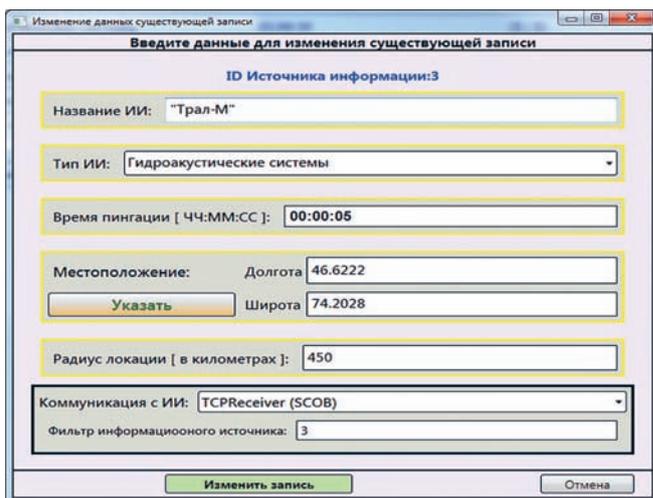


Рис. 10. Ввод (корректировка) параметров СОО

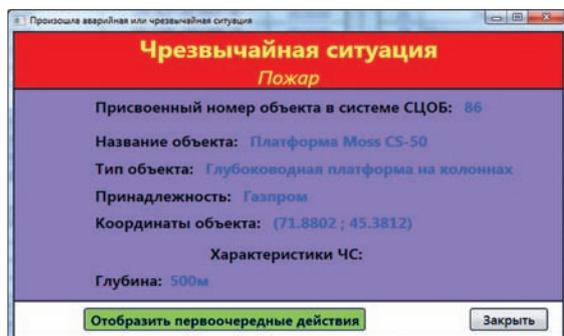


Рис. 11. Информационное сообщение о возникновении ЧС

Транзас: развитие продолжается. Группа компаний «Транзас» – известный российский разработчик, производитель и поставщик широкого спектра бортовой электроники, морских и авиационных тренажеров и иной инновационной, наукоемкой продукции гражданского, двойного и военного назначения.

2010 год ознаменовался для «Транзас» выпуском ряда новейших разработок.

БОРТОВЫЕ СИСТЕМЫ

Так, российскому рынку была представлена *система речной электронной картографии ЭКНИС/СОЭНКИ 4000-19*. Оборудование учитывает все особенности реалий российского судоходства и предназначено прежде всего для установки на речных судах и судах класса «река-море». Система получила сертификаты одобрения Российского Морского Регистра судоходства и Российского речного регистра.

Первые системы СОЭНКИ 4000 будут установлены на 10 сухогрузах пр. RSD44 согласно контракту, заключенному с Волжским пароходством. Помимо электронно-картографических систем строящиеся суда будут оснащены навигационным оборудованием, системами внутрисудовой и внешней связи, навигационными пультами и системами видеонаблюдения.

Это далеко не единственный крупный проект компании, реализованный в 2010 г. в области бортового оборудования. В рамках сотрудничества с ОАО «Совкомфлот» и заводом «Адмиралтейские верфи» *средства автоматизации судовождения и связи производства «Транзас» были оснащены арктические танкеры «Михаил Ульянов» и «Кирилл Лавров»*. Суда оборудованы суперсовременной навигационной интегрированной системой, состоящей из восьми рабочих станций MFD (Multifunction Display), обеспечивающих одновременную работу радарных, картографических и коннинг-приложений на любой из рабочих станций системы. Такое сочетание оборудования позволяет управлять судном одному человеку.

Электронно-картографические информационные навигационные системы MFD Navi-Sailor 4000 были также установлены на четырех новых балкерах компании «FESCO» (ОАО «Дальневосточное морское пароходство»), что в перспективе обеспечит успешный переход судов на «бесбумажную» навигацию.

Значимым проектом в области разработки новой продукции «Транзас» стало создание нового класса бортовых средств автоматизации – *комплексной системы управления спасательным судном (КСУ СС) по заказу ВМФ России*. Разрабатываемый по договору с ОАО «ЦМКБ «Алмаз» комплекс включает

НОВОСТИ КОМПАНИИ «ТРАНЗАС»

ЗАО «Транзас»,
контакт. тел. (812) 325 3131

интегрированную мостиковую систему, информационно-распределительную систему и систему управления спасательными работами. Кроме того, в едином информационном пространстве комплексной системы находятся КСУ техническими средствами спасательного судна и (через автоматизированную связь) береговые обеспечивающие средства автоматизации. Благодаря такой организации комплексной системы возникают новые тактические возможности у самого спасательного судна – оно может гораздо быстрее прийти в состояние готовности к участию в спасательной операции, информационно и организационно обеспечивает деятельность походного штаба. В комплекс не входит, но с ним взаимодействует *система управления техническими средствами глубоководного водолазного комплекса (СУ ТС ГВК)*, созданная в сотрудничестве с ОАО «ЦКБ «Лазурит».

Обе комплексные системы построены на основе одних и тех же базовых аппаратно-программных средств открытой архитектуры (АРМ, вычислителей и сетевых решениях), базирующихся на типовых технических средствах. В обеих системах используются базовые программные комплексы освещения надводной и подводной обстановки, обеспечения навигационной безопасности, обработки видеоданных, гидроакустической и иной информации.

Созданная специально для КСУ СС техническая структура, вычислительные сети и система первичного электропитания построены с учетом повышенных требований к отказоустойчивости всего оборудования систем. В КСУ СС реализовано парирование любых одиночных и большей части двойных отказов; для СУ ТС ГВК характерна устойчивость к двойным пересекающимся отказам любой природы.

Конструктивно-технологическое решение предусматривает всего несколько типоразмеров базовых навесных приборов и пультовых секций, обеспечивающих устойчивость к внешним воздействиям во всем диапазоне предъявленных заказчиком требований.

Результатом сотрудничества с «Судостроительной фирмой «Алмаз» стало создание принципиально нового *навигационно-тактического комплекса (НТК) для пограничного сторожевого корабля «Рубин»* по заказу Пограничной службы ФСБ России. НТК «ТРИМС-22460»

ознаменовал следующий этап развития мостиковых интегрированных систем типа НТК «Мателот». НТК является интегрированным автоматизированным корабельным комплексом технических средств навигации, освещения обстановки, управления и связи.

В рамках федеральной целевой программы «Глобальная навигационная система» «Транзас» в 2010 г. завершил четыре большие разработки по заказу Минтранса РФ для внутренних водных путей (ВВП). Прежде всего на основе ретроспективных данных, результатов промеров рельефа дна, топографической и космической съемки береговой черты и прилегающих объектов береговой инфраструктуры (площадь покрытия составила 81 000 км²) *создана база исходных данных для 29 500 км рек и водохранилищ ВВП европейской части РФ, Сибири и Дальнего Востока*. На базе этих данных разработаны *электронные навигационные карты (ЭНК) в стандарте S-57*. ЭНК «Транзаса» пригодны для хранения и корректировки баз данных, а также для их распространения в системе АСР ЦКИ.

Второй крупной работой в рамках этой программы разработана *автоматизированная система распространения цифровой картографической информации (АСР ЦКИ «Дельта»)* как одна из составных частей единой технологии «Транзаса» «Дельта» для изысканий, путевых работ, составления (корректиры) и распространения ЭНК ВВП. Основной задачей АСР ЦКИ является повышение эффективности обеспечения потребителей цифровой картографической информацией и электронными документами. Решение указанной задачи достигается за счет автоматизации функций накопления цифровой картографической и документальной информации, автоматического предоставления их пользователю по поступающим запросам, применения современных средств автоматизации, автоматизации обмена данными между центрами обеспечения ЦКИ и потребителями цифровой картографической информации и электронных документов.

Структурно АСР ЦКИ «Дельта» включает в себя трехуровневый комплекс технических и программных средств, расположенных на объектах Росморречфлота, а именно, отраслевой центр, региональные центры, автоматизированные места и переносные терминалы пользователей. Кроме того, в качестве

терминалов пользователей могут быть использованы электронно-картографические системы (ЭКС), установленные на речных судах и судах смешанного плавания, на которые дополнительно устанавливается программное обеспечение заказа ЭНК и учета полученных лицензий. Система успешно прошла межведомственные испытания и с начала 2011 г. передается в опытную эксплуатацию организации Росморречфлота.

Полученные базы исходных данных и электронно-картографическое покрытие ВВП, реализованные в АСР ЦКИ «Дельта», могут быть использованы как технологическая база ведомственного картографогеодезического Фонда Росморречфлота и объединяют организационную структуру Фонда и структуру АСР ЦКИ, что позволит оптимизировать организационные, кадровые, технические и финансовые ресурсы.

Третьим полученным результатом в рамках единой технологии «Дельта» явилось *создание унифицированного ряда систем координированного управления позиционированием (СКУП) земснаряда на прорези на базе программного комплекса «Дельта-Д».*

Задачами СКУП являются:

- трассирование эксплуатационных землечерпательных прорезей, вынос их в натуру;
- составление укрупненных планов прорезей и подсчет объемов дноуглубительных работ;
- позиционирование и ориентация земснаряда на прорези на основе использования аппаратуры СНС ГЛОНАСС\GPS;
- контроль основных параметров при работе земснаряда в режиме реального времени;
- выработка рекомендаций оператору по перемещению якорей и изменению длины швартовых тросов для перемещения земснаряда в заданную точку;
- подготовка цифровых данных для корректуры ЭНК в стандарте S-57 в соответствии с РД-152-012-01.

СКУП разработан применительно к земснарядам многочерпакового и землесосного типов и имеет пять модификаций. В 2009 г. проведены натурные испытания СКУП-3 на многочерпаковом земснаряде «Азово-Донского ГБУВПиС», а летом 2010 г. СКУП-5 – на землесосном земснаряде ФГУ «Севводпуть». Результаты испытаний подтвердили правильность заложенных алгоритмических и аппаратных решений. Изделия преданы в серийное изготовление.

Четвертой реализацией единой технологии «Дельта» стало создание *унифицированного ряда судовых обстановочных комплексов (СОК).* Они предназначены для сбора и обработки навигационной и гидрографической информации при про-

изводстве путевых работ на ВВП в целях контроля состояния судовых ходов и их навигационного ограждения для навигационно-гидрографического обеспечения безопасности плавания на ВВП и корректуры электронных навигационных карт.

СОК, включающий программный комплекс «ДельтаЮ», обеспечивает автоматизированное проведение полного цикла мероприятий при производстве путевых работ на заданном участке водной акватории, в том числе:

- проектирование путевых работ;
- расстановку плавучего навигационного ограждения в точки с заданными координатами;
- контроль местоположения плавучего навигационного ограждения;
- составление отчетных документов выполненных путевых работ;
- использование механизма отображения электронных навигационных карт ВВП;
- передачу координат устанавливаемого навигационного ограждения по каналу связи в службу пути.

Разработанный унифицированный ряд судовых обстановочных комплексов, состоящий из шести различных модификаций аппаратно-программных средств, позволяет по желанию потребителя подобрать оптимальный состав комплекса в зависимости от специфики путевых условий, решаемых задач и технических требований. Натурные испытания СОК-3 и СОК-6 проведены в 2010 г. на обстановочных судах ФГУ «ВолгоБалт» с проведением контроля фактической расстановки плавучих средств навигационного ограждения на р. Нева и Ладожском озере. Полученные положительные результаты явились основанием для изготовления и передачи обстановочным партиям бассейновых управлений 12 комплектов СОК для выполнения путевых работ.

ТРЕНАЖЕРЫ

В сфере тренажерных систем «Транзас» в 2010 г. также были представлены новые разработки. Обновлена линейка тренажеров TGS (тренажер ГМССБ) с выпуском *новой версии системы – TGS 5000.* Данный тренажер, сохранив все функциональные возможности предыдущей версии TGS 4100, обеспечивает полную имитацию нового поколения радиоборудования ГМССБ. Тренажер TGS 5000 получил свидетельство Министерства транспорта РФ об одобрении типа аппаратуры и сертификат DNV на соответствие требованиям к тренажеру средств радиосвязи класса А.

В августе 2010 г. одна из новинок компании «Транзас» – *тренажер якорных операций* – была представлена профессионалам нефтегазовой отрасли в ходе международной выставки ONS 2010. Реальность модели тренажера была вы-

соко оценена действующими капитанами Anchor-Handling Tug (буксиров для обработки якорей), операторами динамического позиционирования и другими специалистами отрасли. Тренажер предназначен для обучения команды морского буксира безопасным методам работы при перешвартовке закоренных буровых платформ и нефтедобывающих судов.

«Транзас» продолжил успешное сотрудничество с морскими учебными заведениями и тренажерными центрами компаний отрасли. В МГА им. Ф.Ф. Ушакова был запущен *новый тренажерный комплекс по отработке действий при аварийном приводнении вертолета.* Таким образом, была расширена линейка тренажеров «Транзас» для подготовки персонала морских передвижных установок и буровых платформ. Помимо этого проекта, навигационный тренажер, установленный в академии ранее, был дополнен системой динамического позиционирования (ДП) класса 2.

Навигационный тренажерный комплекс производства «Транзас» был установлен в учебном центре компании по подбору персонала для судов ВГИ Novogossysk. Он будет использоваться для предрейсовой подготовки и повышения квалификации моряков, работающих в компании.

В рамках научно-технического сотрудничества с Социалистической Республикой Вьетнам разработан и поставлен *комплексный тренажер «Лагуна-11661».* Это уже второй тренажер серии «Лагуна», который будет использоваться военно-морскими силами этой страны для подготовки экипажей и боевых расчетов надводных кораблей проекта «Гепард-3.9». Тренажер «Лагуна» не зря назван комплексным. С его помощью возможна отработка четкости и согласованности действий всего экипажа корабля. Все боевые посты связаны друг с другом и формируют единый «виртуальный корабль». От действий каждого члена экипажа, начиная с командира корабля и заканчивая операторами конкретных технических средств и вооружения, а также от боевых повреждений, полученных кораблем в ходе выполнения упражнения, зависит результат решения учебного задания. Неверные действия личного состава электромеханической боевой части могут привести к потере кораблем хода или прекращению снабжения потребителей электрической энергией. Ошибка операторов радиолокационной станции повлечет за собой промах выпущенных по цели ракет. Некорректное использование средств радиоэлектронной борьбы или неверно выбранный момент для постановки помех повысит угрозу поражения корабля оружием противника.

Второй работой для вьетнамской стороны было создание *программно-*

аппаратного комплекса интегрированной базы океанографических данных на район Южно-Китайского моря. В разработке математического и программного обеспечения комплекса активное участие принимал Санкт-Петербургский институт информатики РАН. Комплекс установлен на территории Заказчика, успешно прошел приемо-сдаточные испытания и в настоящее время используется в качестве специализированной информационно-справочной системы гидроакустических расчетов и оценки гидрометеорологических режимов. Объем интегрированной базы данных комплекса основывается на информации от 100 000 станций с наблюдением за температурой, от 20 000 станций наблюдений за соленостью и не менее чем от 50 станций наблюдений за течениями.

БЕРЕГОВЫЕ СИСТЕМЫ

2010 г. доказал, что «Транзас» является одним из мировых лидеров и в области построения береговых систем управления движением судов. Был заключен многомиллионный контракт на поставку СУДС Ливии, которая обеспечит покрытие всего побережья страны и охватит зоны ответственности 15 главных портов.

Совместно с ОАО «Норфес» была установлена система управления движением судов залива Анива. Кроме того, начато построение Региональной системы безопасности мореплавания на акватории портов Астрахань и Оля и подходов к ним.

В прошедшем году было продолжено создание системы мониторинга судоходства на Волге, включающего в себя строительство сети из 44 береговых базовых станций АИС (автоматические информационные системы). Также проведены работы по созданию сети береговых станций АИС на всем протяжении Волго-Балтийского водного пути. Используя спутниковую информацию, разработанная компанией сеть AIS Network (TrAN) выполняет задачи постоянного мониторинга судоходства, опционального воспроизведения и анализа данных на всем протяжении действия систем, подерживая принятие руководством ФГУ «Волгобалт» (заказчиком проекта) необходимых управленческих решений.

В рамках подпрограммы «Создание единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане» федеральной целевой программы «Мировой океан» в 2010 г. «Транзас» разработал, изготовил и ввел в опытную эксплуатацию «Базовый ИТК ЕСИМО», ставший основой информационно-технологического узла ЕСИМО регионального назначения.

Создание такого универсального технологического элемента, который может быть применен в качестве основы, обеспечивающей работу регио-

нальных, специализированных и локальных центров, и их взаимодействие с предметно-прикладными системами будет способствовать повышению уровня автоматизации процессов управления в различных областях морской, хозяйственной и другой деятельности, уровню безопасности жизни людей. При этом повышается возможность своевременного обеспечения всех участников процесса качественной и полной информацией об обстановке в Мировом океане с использованием ресурсов ЕСИМО.

КОРОТКО

Октябрь 2010. Подписан контракт между «Транзасом» и Управлением портов и морского транспорта Ливии (Libyan Ports and Maritime Transport Authority (PMTA)) на поставку и установку Береговой системы наблюдения национального масштаба.

Университет Сплита (Хорватия) расширяет возможности обучения с помощью тренажеров «Транзас». «Transas Mediterranean» в сотрудничестве с «A.B.E. Ingenjering d.o.o.» выиграл тендер на поставку ультрасовременной тренажерной системы и модернизацию ранее установленного навигационного тренажера на факультете морского обучения университета Сплита (Хорватия). С новым тренажерным комплексом университет станет лидером в предоставлении тренажерных услуг в регионе.

Тренажер LNG-терминала производства «Транзас» установлен в Новороссийской морской государственной академии им. адмирала Ф.Ф. Ушакова

«Транзас» установил многофункциональный интегрированный тренажер в Греции. «Transas Hellas» в сотрудничестве с «Transas Mediterranean» поставил многофункциональный тренажер в Морской учебный центр ЕИМ (Греция). Комплекс позволит готовить специалистов в полном соответствии с требованиями ИМО и ПДНВ'95, а также по программам, не упоминаемым в Конвенции.

Ноябрь 2010. Транзас повышает надежность ЭКНИС с помощью Admiralty Information Overlay (AIO) – наложения на карту информации по безопасности мореплавания, предоставляемой британским Адмиралтейством (временные и предварительные извещения мореплавателям).

«Transas Mediterranean» подписал контракт с Управлением порта Абиджан (Кот-д'Ивуар) на модернизацию ранее установленной в порту системы управления движением судов и поставку многофункционального тренажера для Учебного центра порта.

«Transas Marine» поставил новый тренажер крановых операций в Морской институт (Institut Supérieur Maritime) Алжира. Этот контракт был заключен в результате победы в международном тендере, объявленном Министерством транспорта Алжира.

Морской навигационный тренажер «Транзас» установлен в тренажерном центре компании China Shipping в Далайе, Китай. Контракт на поставку этого полномасштабного навигационного тренажера NTPro 5000 был подписан с «Transas China».

«Транзас» выполнил работы по развертыванию главного центра автоматизированной системы обеспечения ВМФ цифровой картографической информацией в Центральном картпроизводстве ВМФ. Для обеспече-

ния работы главного центра сформированы банки данных электронных навигационных, цифровых и растровых навигационных морских карт и организовано взаимодействие по существующим в ВМФ каналам передачи и обмена информацией.

Декабрь 2010. «Транзас» заключил контракт с Мурманским филиалом ФГУП «Росморпорт» на комплексное переоборудование крупного дизельного ледокола «Капитан Драпицын» средствами навигации и связи. Этот контракт является первым этапом обновления средств радионавигации и связи судна.

«Transas Marine Pacific» в сотрудничестве с партнером компании в Индонезии PT MultiIntegra установил три системы контроля за движением судов в Индонезии.

«Transas Marine Pacific» успешно начал модернизацию судов Индийского военно-морского флота современной разработкой компании – многофункциональным дисплеем Navi-Sailor 4000 MFD.

Январь 2011. Компания «Транзас» завершила первый этап работ по разработке Комплексной автоматизированной системы информационной поддержки и учета городской инфраструктуры Санкт-Петербурга и оснастил им ситуационный центр города. Работы выполнены по заказу Комитета по информатизации и связи Санкт-Петербурга.

КОНФЕРЕНЦИИ, СЕМИНАРЫ, ВЫСТАВКИ

Сентябрь 2010, Москва. Система «Transas Globe» продемонстрировала свои возможности на прошедшем Международном арктическом форуме «Арктика – территория диалога», организованном Русским географическим обществом. Ведущие мировые эксперты, ученые и политики собрались в столице для того, чтобы обсудить проблемы освоения Арктики и сохранения ее экологического баланса.

Октябрь 2010. Специалисты «Транзаса» приняли участие в научно-практическом семинаре «Подготовка персонала морских установок по добыче углеводородного сырья на континентальном шельфе РФ», который проходил 12–14 октября 2010 г. в Новороссийске. В качестве организатора мероприятия выступила Морская государственная академия им. адмирала Ф.Ф. Ушакова.

«Транзас» принял участие в организованном ГМА им. адм. С.О. Макарова совместно с ФГУП «Росморпорт», ФГУП «Морсвязь-спутник» семинаре «Системы управления движением судов. Состояние. Перспективы», который прошел 27–29 октября 2010 г. в Петербурге при поддержке Федерального агентства морского и речного транспорта РФ. Семинар был посвящен 50-летию юбилею СУДС в России.

Ноябрь 2010. Группа компаний «Транзас» приняла участие в IV Международном форуме и выставке «Транспорт России – 2010». В рамках выставки прошла церемония подписания между ОАО «Объединенная судостроительная корпорация» и группой компаний «Транзас» соглашения о сотрудничестве, предусматривающего взаимодействие в сфере разработки и производства радионавигационного оборудования военного и гражданского назначения.

Декабрь 2010. В здании компании «Транзас» состоялся мастер-класс, ознакомивший его участников с возможностями навигационного тренажера NTPro 5000. ■

При решении задач оптимизации специальных машин должны применяться основные принципы системного подхода, которые сводятся к целенаправленности (цель работы – обеспечение эффективности функционирования машины), относительности (при расчетах каждый элемент рассматривается как часть цельного), моделируемости.

Системой называется совокупность, образованная (и упорядоченная по определенным правилам) из конечного множества элементов. При этом между элементами системы существуют определенные отношения. Элемент и система являются относительными понятиями.

СТРУКТУРА ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СУДОВОГО КРАНА

Судовой кран – это система, образованная своими элементами, и в то же время он может быть элементом заказа, системы «человек–машина–окружающая среда».

Для выяснения связи между элементами крана рассмотрим его динамическую модель как наиболее общую.

Структура динамической модели может быть наглядно выражена с помощью графа (схемы). Будем использовать неориентированные графы, структура которых аналогична структуре исследуемой модели. Граф состоит из элементов системы, изображаемых окружностями, связанными между собой дугами, которые означают, что элементы системы имеют между собой связь. Эта связь может осуществляться за счет сил упругости, инерции; в связь может быть включены элементы демпфирования. Над дугами могут быть графические символы, указывающие вид связи. Этот вид графа позволяет наглядно графически иллюстрировать динамическую модель с любой степенью конкретизации и делать качественные выводы о характере связей между элементами системы.

Пример графа динамической модели судовых грузоподъемных кранов приведен на рис. 1.

Кран с грузом на гибком подвесе в общем случае представляет собой компоновочно-конструктивное объединение ряда подсистем-двигателей, передаточных механизмов, металлической конструкции, грузозахватного устройства. Каждую из указанных подсистем можно разбить на более мелкие блоки, которые имеют различные конструктивные исполнения.

Такие подсистемы часто проектируются, исследуются и испытываются отдельно (с учетом, безусловно, компоновочных связей). Характеристики каждой из подсистем крана можно определять расчетным или экспериментальным путем. Получить такие характеристики значительно проще, чем для целого крана.

Если не изучаются процессы взаимодействия грузозахватного органа (ГЗ) с перегружаемым материалом (Г) (взаимодействие грейфера с перегружаемым материалом, гака или иного захвата с грузом), то узлы ГЗ и Г на рис. 1 могут быть объединены.

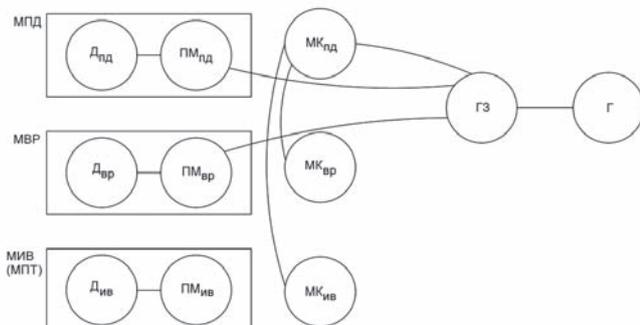


Рис. 1. Динамический граф судовых грузоподъемных кранов

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СУДОВЫХ КРАНОВ

А.А. Георгиев, начальник сектора ЗАО «ЦНИИ СМ»,
соискатель кафедры ТСМ СПбГМТУ,
контакт. тел. (812) 640 1004

Будем рассматривать кран, имеющий три механизма: подъема (МПД), поворота крана (МВР), изменения вылета (МИВ) или механизм передвижения тележки (МПТ). В этом случае кран будет иметь три степени подвижности.

Двигатели являются теми функциональными частями машины, в которых происходят процессы преобразования энергии. В любом двигателе можно выделить входные параметры, управляющие этими процессами, и выходное звено, совершающее обычно вращательное движение.

Структура крана (кранового механизма) существенно зависит от характера соединения двигателей. Для крановых механизмов наибольшее распространение имеют однодвигательные агрегаты, в которых используются двигатели с одним входным параметром.

В многодвигательных машинах или механизмах двигатели могут устанавливаться независимо или связываться между собой по выходу или входу.

При связи двигателей по выходу соединяют выходные звенья нескольких двигателей. Чаще всего эта схема используется для повышения надежности работы механизма. В этом случае с функциональной точки зрения получают двигатель с одним выходом и несколькими входами.

Связь двигателей по входу осуществляется обычно в виде «электрического вала», обеспечивающего либо строгую синхронизацию движений выходных звеньев, либо выравнивание обобщенных движущих сил (например, механизмы передвижения кранов мостового типа с большими пролетами).

Кран, граф которого представлен на рис. 1, является примером многодвигательной машины с независимыми двигателями.

Механическая часть крана состоит из передаточных механизмов (ПМ) и металлоконструкции (МК). Это разбиение представляется удобным как для анализа и синтеза крана, так и для проектирования. Функционально механическая часть крана служит для преобразования движений выходных звеньев двигателей в движение исполнительных органов, используемых для перемещения точки подвеса груза на канатах (мост крана, стрела, барабан), требующееся для выполнения рабочих процессов.

Передаточный механизм (ПМ) предназначен для передачи движения от двигателя к МК крана (от двигателя к колесам крана) или непосредственно к исполнительному органу (барабану механизма подъема). Он может быть связан с металлоконструкцией как жесткой, так и гибкой связями (полиспастный механизм изменения вылета).

Двигатель (Д) и передаточный механизм (ПМ) образуют крановый механизм в обычном понимании. Механизм и часть металлической конструкции крана образуют ряд крановых подсистем: подъема (СПД), вращения крана (СВР), изменения вылета (СИВ) или передвижения тележки (СПТ).

Идея выделения крановой МК в отдельную подсистему состоит в том, что при работе различных механизмов динамический отклик получают отдельные части МК. Этот вопрос тесно связан с расчетными комбинациями нагрузок, по которым в настоящее время в большинстве случаев ведется проектировочный расчет. Кроме того, в зависимости от того, какой механизм

работает, возможны различные степени детализации крановой МК. К тому же масса металлоконструкций – это тот технический показатель, который при сравнении вариантов можно признать косвенным показателем экономического эффекта.

Представление модели крана в виде графа позволяет в наглядной форме раскрыть структурные особенности системы и сделать продуктивные выводы о качественных особенностях процесса.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБЪЕКТА ОПТИМИЗАЦИИ

Система параметров вместе с системой ограничений и критериев качества образует математическую модель объекта оптимизации.

Исследовательские модели можно условно разделить на экспериментальные (предметные) и теоретические. Теоретические (умозрительные) модели формулируются на языке той или иной науки.

В наших случаях умозрительная физическая модель представлена обычно схематическим чертежом и называется расчетной схемой (при динамических исследованиях – динамической моделью) – это идеализированное отображение рассматриваемой системы, используется при ее теоретическом исследовании и инженерных расчетах.

Важнейшим требованием к модели является ее адекватность изучаемому реальному объекту (процессу и т.д.) относительно избранной системы его характеристик. Под этим обычно понимают:

а) правильное качественное описание объекта по выбранным характеристикам;

б) правильное количественное описание объекта по выбранным характеристикам с некоторой разумной степенью точности.

Требования адекватности касается, в частности, ограничений.

Для формирования множества вариантов объекта, на котором производят поиск оптимального решения, необходимо правильно разработать и учесть различные ограничения. Ограничения математически выражают те или иные связи, наложенные на объект оптимизации, и могут быть записаны в виде равенства $\varphi = 0$ или в виде неравенства $\varphi < 0$, $\varphi > 0$, или в виде нестрогого неравенства $\varphi \leq 0$, $\varphi \geq 0$, где φ – некоторая функция от параметров, которая так же, как и критерий качества, может быть задана либо аналитическим выражением, либо замкнутым алгоритмом определения.

Введение ограничений позволяет учесть реальные условия и изготовления и функционирования объекта оптимизации с тем, чтобы оптимизация была физически осуществима.

Ограничения на параметры часто задают в виде диапазонов значений параметров, либо в виде совокупности их дискретных значений, либо в форме строгих или нестрогих неравенств. Так, при поиске оптимальной высоты h_0 сечения коробчатой прелетной балки мостового крана необходимо ввести ограничение $\varphi = h_0 - [h] \leq 0$, где $[h]$ – наибольшая высота балки, допустимая при условии вписывания крана в габариты его размещения, либо по условиям перевозки по железной дороге.

Ограничения в виде равенства или неравенства, как правило, могут быть явно разрешены относительно тех или иных параметров. Часто встречаются случаи ограничений, неразрешимых в явном виде относительно параметров. Примерами могут быть уравнения совместности деформаций (например, канонические уравнения метода сил) при оптимизации статически неопределимых систем, условия замкнутости или условия проворачиваемости при оптимизации шарнирных механизмов и т.д.

Применительно к подъемно-транспортным машинам и их узлам здесь нужно обращать внимание на следующее:

Ограничения на параметры, определяющие диапазоны их варьирования при оптимизации, должны быть установлены после анализа аналогичных отечественных и зарубежных изделий в возможно более полной номенклатуре. Это же касается отбора структур при структурно-схемной оптимизации.

Расчетные нагрузки, входящие в ограничения по прочности, должны назначаться с учетом данных о фактической нагруженности соответствующих узлов в реальных условиях эксплуатации.

Так, нагрузки для расчета стрел судовых кранов задаются с учетом результатов эксплуатационных испытаний аналогичных кранов. Эти исследования в свое время были выполнены на различных кранах производства ОАО «Пролетарский завод», при этом специалистами были сделаны и обработаны замеры напряжений с помощью тензодатчиков, а также были приняты во внимание исследования других ведущих производителей судовых кранов. Исследование нагруженности кранов, тензометрические испытания их в условиях эксплуатации продолжаются и сегодня, что позволяет корректировать соответствующие методики расчета.

Ограничения на критерии качества (допускаемые прогибы и время затухания колебаний мостов и стрел и т.д.) должны разрабатываться на базе подробного анализа реальных условий нормального функционирования объекта в эксплуатации.

Методика определения напряжений, принимаемая при формировании ограничений по прочности, должна быть подтверждена физическим экспериментом.

В дальнейшем остановимся подробнее на этом последнем обстоятельстве. В ограничениях при оптимизации сечений коробчатых стрел предполагается определение действующих напряжений по формулам сопротивления материалов.

Подчеркнем, что адекватность модели следует рассматривать только по определенным признакам, характеристикам, принятым в данном исследовании за основные. Если такие характеристики не указаны, то они должны подразумеваться. Не существует универсальной адекватности, ибо такая адекватность означала бы тождество модели и объекта.

Можно выделить следующие основные этапы разработки модели объекта при оптимизационных и прочих исследованиях:

1. Изучение моделируемого явления, формулировка технических требований к объекту и на их основе – целей исследования (формулирование проблемы).

2. Выявление факторов, влияющих на выполнение объектом технических требований, и воздействий, препятствующих или способствующих нормальному функционированию.

3. Построение концепции о поведении объекта в соответствии с данными, полученными на 1-м и 2-м этапах на основе анализа имеющейся информации (технической документации и экспериментальных данных).

4. Составление возможно более полной структуры объекта в соответствии с построенной на 3-м этапе концепцией.

5. Разбиение структуры на подсистемы (блоки), поддающиеся элементарной количественной оценке известными методами, и вычисление соответствующих характеристик (декомпозиция).

6. Сравнительный анализ характеристик подсистем с точки зрения технических требований, целей исследования и разработанной концепции; принятие решений о значении отдельных подсистем с указанной точки зрения, о возможности исключения отдельных подсистем или об объединении нескольких подсистем в эквивалентную подсистему (агрегатирование).

7. Математическое описание агрегатированной структуры – разработка математической модели объекта.

8. Оценка адекватности модели.

ОГРАНИЧЕНИЯ ПО ПРОЧНОСТИ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ КОРОБЧАТЫХ СЕЧЕНИЙ КРАНОВЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Проектировочный расчет крановых конструкций обычно выполняют на прочность от наибольших нагрузок. При расчетном случае по их расчетным комбинациям. Для стрел поворотных судовых кранов принимают следующие комбинации нагрузок:

P_a – вес конструкции, вес груза при коэффициенте динамичности φ_{II} (работает механизм подъема);

Π_{b1} или Π_{b2} – вес конструкции, вес груза, грузовые канаты отклонены от вертикали на угол α_{Π} в плоскости качания стрелы в сторону увеличения вылета (Π_{b1}) или его уменьшения (Π_{b2}) (неустановившееся движение механизма изменения вылета);

Π_c – вес конструкции, вес груза, канаты отклонены от вертикали на угол β_{Π} перпендикулярно плоскости качания стрелы (неустановившееся движение механизма поворота).

Ограничение по прочности для наилучшей из комбинаций Π_a, Π_{b1} или Π_{b2} : $\varphi_1 = M_{z1}/W_z + N_1/F - [\sigma] \leq 0$;

по комбинации Π_c : $\varphi_2 = M_{z2}/W_z + M_{y2}/W_y + N_2/F - [\sigma] \leq 0$.

Здесь M_{z1}, N_1 – вертикальный изгибающий момент и сжимающая сила в сечении по наилучшей комбинации нагрузок в плоскости изменения вылета стрелы; M_{z2}, M_{y2}, N_2 – вертикальный и горизонтальный изгибающие моменты и сжимающая сила по комбинации нагрузок, включающей боковые нагрузки; W_z, W_y, F – моменты сопротивления и площадь сечения; $[\sigma]$ – допускаемое напряжение.

В более полной постановке задачи вводят также ограничения по местной устойчивости поясов и стенок, в составе сечения учитывают ребра жесткости и вводят ограничения на их размещение и количество, предписывают соответствие толщин листов сортаменту и т. д.

Ограничения на критерии качества обычно задаются в виде неравенств и относятся к критериям качества, дополнительно учитываемым при оптимизации по выработанной целевой функции. Примеры таких ограничений: ограничения по прогибу и времени затухания колебаний при оптимизации параметров крановых мостов, ограничения по отклонению траектории груза от горизонтали и грузовому неуравновешенному моменту при оптимизации стреловых систем кранов т. д. В таких случаях иногда говорят, что дополнительные критерии качества переведены в разряд ограничений.

Каждое ограничение в виде равенства, накладываемое на параметры или критерии качества, уменьшает на единицу размерность задачи оптимизации, т. е. число параметров, определяемых из условия экстремума целевой функции. Если число параметров, равно числу ограничений в виде равенства, то оптимизация сводится к решению системы ограничений относительно всех параметров; если ограничения совместны, то решение существует, а если несовместны, то решения нет. Если число n – параметров больше числа m независимых ограничений в виде равенства, то возможно оптимальное определение $(n - m)$ параметров. Наконец, если число независимых ограничений в виде равенства превышает число параметров, то также возможна оптимизация, однако это является особым, не рассматриваемым в рамках данной статьи, случаем, и требует специальных подходов к формированию целевой функции.

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ

Параметры, доставляющие экстремум целевой функции при выполнении ограничений, находят с помощью какого-либо метода прикладной математики. Эти методы разделяют на две большие группы:

1) аналитические методы (прямое исследование целевой функции на экстремум, метод множителей Лагранжа, метод вариационного исчисления);

2) численные методы, когда оптимальные параметры определяют с помощью некоторой итерационной процедуры (последовательными приближениями).

Ввиду сложности целевых функций и ограничений в инженерных задачах оптимизации наибольшее применение находят численные методы. Среди них следует выделить методы:

а) нелинейного программирования, разработанные для нелинейных целевых функций при линейных и (или) нелинейных ограничениях;

б) линейного программирования, разработанные для линейных целевых функций при линейных ограничениях.

Применение линейного программирования оказалось плодотворным в различных задачах оптимального управле-

ния нестационарными системами (оптимальное размещение оборудования и др.). В данной статье мы рассмотрим аналитическое решение некоторых задач оптимизации.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Прямое исследование целевой функции на экстремум. Рассмотрим задачу об оптимальных параметрах коробчатого сечения балки, работающей на изгиб. Пусть требуется определить значения оптимальных параметров $h, b, \delta_{\Pi}, \delta_c$ коробчатого сечения (рис. 2), обеспечивающих минимум его площади при выполнении ограничений по прочности, поясненных выше:

$$\varphi_1 = M_{z1} / W_z - [\sigma] = 0;$$

$$\varphi_2 = M_{z2} / W_z + M_{y2} / W_y - [\sigma] = 0$$

Целевая функция имеет вид $q = 2(h\delta_c + b\delta_{\Pi})$.

Из условия $\varphi_1 = 0$ имеем $W_z = M_{z1} / [\sigma]$. Подставив в это выражение $\varphi_2 = 0$, найдем

$$W_y = \frac{M_{y2} M_{z1}}{(M_{z1} - M_{z2})[\sigma]}$$

Имеем задачу о минимизации площади q коробчатого сечения при заданных моментах сопротивления W_z и W_y . Имея в виду, что $W_z = h(b\delta_{\Pi} + h\delta_c/3)$, $W_y = b(h\delta_c + b\delta_{\Pi}/3)$ (без учета свесов поясов), можно получить $q = 1,5(W_z/h + W_y/b)$.

Найдем h и b , обеспечивающие экстремум q :

$$\partial q / \partial h = 0; 1,5 W_z / h^2 = 0; h = \infty;$$

$$\partial q / \partial b = 0; 1,5 W_y / b^2 = 0; b = \infty;$$

$$\delta_c = \frac{9W_y}{8hb} - \frac{3W_z}{8h^2} = 0; \delta_{\Pi} = \frac{9W_z}{8hb} - \frac{3W_y}{8b^2} = 0.$$

Таким образом, теоретический оптимум достигается при поясах и стенках, имеющих бесконечные размеры и нулевые толщины. Этот парадоксальный результат получился потому, что в систему ограничений не были включены ограничения по местной устойчивости. Для отыскания реального оптимума зафиксируем толщину стенки технологическим соображением, либо по условиям местной устойчивости, не рассматриваемым в рамках данной статьи подробно.

Тогда $q = 2W_z/h + 4h\delta_c/3$; $\partial q / \partial h = 0$; $h = \sqrt{3W_z/2\delta_c}$.

При этом значении h можно получить для оптимального случая из ограничений $\varphi_1 = 0$ и $\varphi_2 = 0$:

$$b\delta_{\Pi} = \frac{h\delta_c}{3}; b = \frac{3W_y}{5W_z} \sqrt{\frac{3W_z}{2\delta_c}}; \delta_{\Pi} = \frac{5W_z}{9W_y} \delta_c.$$

При этом достигается минимум площади сечения, равный

$$q_{\min} = 3,27 \sqrt{W_z \delta_c}.$$

Рассмотрим задачу об оптимальной форме статически неопределимой балки. Требуется определить оптимальную форму (распределение материала по длине) дважды защемленной балки коробчатого сечения, нагруженной силой P в середине пролета (рис. 3, а).

Если учесть симметрию нагружения симметричной балки и пренебречь влиянием продольных сил, то балка будет один раз статически неопределимой относительно моментов M в защемлениях.

Эпюра поперечных сил Q , приведенная на рис. 3, б, не зависит от формы симметричной балки. Эпюра изгибающих моментов (рис. 3, а) будет состоять из двух прямолинейных участков, имеющих тангенсы углов наклона, равные $Q = \pm 0,5 P$, и ординаты на концах, равные M . Значение

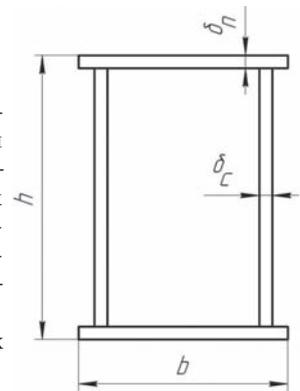


Рис. 2. Коробчатое сечение балки

моментов M зависит от формы балки и имеет пределы изменения от нуля (балка с шарнирными опорами рис. 3, з) до $0.25 PL$ (балка с шарниром в середине пролета рис. 3, д). Эпюра по рис. 3, в характеризует наиболее общий случай. Эта эпюра вполне определяется координатой Z безмоментной точки. Величину Z примем за оптимизируемый параметр.

Совершенно очевидно, что из всех балок с эпюрой изгибающих моментов, показанной на рис. 3, в, самой легкой будет балка, очертания которой максимально приближаются к форме равного сопротивления, т.е. статически определяемая разрезная балка (рис. 3, е) с двумя шарнирами в пролете, причем расположение шарниров определяется координатой Z . На рис. 3, ж, показана оптимальная (по массе) форма такой балки. Высоту h в сечении с координатой X можно найти из выражения для оптимальной высоты коробчатого сечения (см. выше) $h = \sqrt{3M_u / 2[\sigma] \delta_c}$, причем абсолютная величина изгибающего момента равна

$$M_u = 0.5P(Z - X) \text{ при } 0 \leq X \leq Z;$$

$$M_u = 0.5P(X - Z) \text{ при } Z \leq X \leq 0.5L;$$

Минимальная площадь коробчатого сечения, нагруженного моментом M_u , равна $F = 3.27 \sqrt{M_u \delta_c / [\sigma]}$. Минимальный объем балки (целевую функцию для оптимизации параметра Z) вычисляем по выражению

$$V = \frac{2 \cdot 3.27 \sqrt{0.5P \delta_c}}{\sqrt{[\sigma]}} \times \left[\int_0^z \sqrt{z-x} dx + \int_z^{0.5L} \sqrt{x-z} dx \right] = \frac{2 \cdot 3.27 \sqrt{0.5P \delta_c}}{\sqrt{[\sigma]}} \times \left[-\frac{2}{3} (z-x)^{3/2} \Big|_0^z + \frac{2}{3} (x-z)^{3/2} \Big|_z^{0.5L} \right] = K \left[\frac{2}{3} z \sqrt{z} + \frac{2}{3} (0.5L - Z)^{3/2} \right] = \frac{2K}{3} \left[z \sqrt{z} + (0.5L - z) \sqrt{0.5L - z} \right] = \frac{2}{3} Kq.$$

Найдем значение Z , доставляющее минимум объема V :

$$\partial q / \partial z = 0; \quad 1.5 \sqrt{z} - 1.5 \sqrt{0.5L - z} = 0; \quad z = 0.25L.$$

Этому отвечает минимум объема балки, равный

$$V = \frac{2}{3} K \cdot 0.25L \cdot 2\sqrt{0.25L} = 0.167 KL \sqrt{L}.$$

Оптимальная форма балки при $Z = 0.25L$ показана на рис. 3, з. Такую же эпюру изгибающих моментов при $Z = 0.25L$ имеет балка постоянного сечения, показанная штриховой линией. Минимальный объем такой балки равен

$$V^* = 3.27L = \frac{\sqrt{2PL \delta_c}}{\sqrt{[\sigma]}} = \frac{2 \cdot 3.27 \sqrt{0.5P \delta_c}}{\sqrt{[\sigma]}} \cdot \frac{L \sqrt{L}}{4} = \frac{KL \sqrt{L}}{4} = 1.5V,$$

т.е. в 1,5 раза больше чем при оптимальной форме. Если учесть влияние поперечных сил, то форму балки следует откорректировать по рис. 3, и.

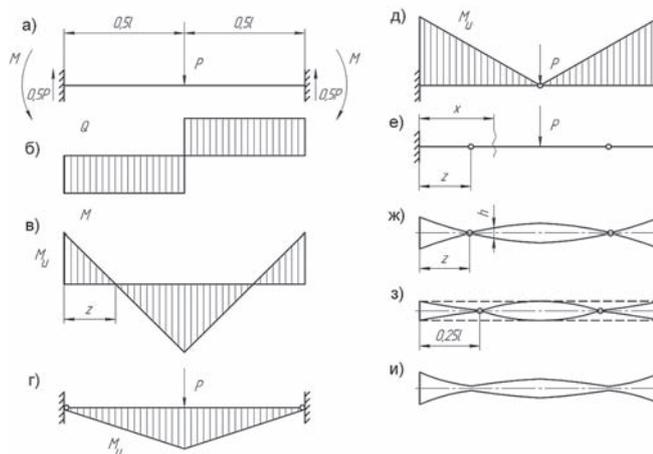


Рис. 3. К расчету оптимальной формы статически неопределимой балки.

Заметим, что подобный подход применим для отыскания оптимальных форм других видов статически неопределимых балок и рам. Для рамы, показанной на рис. 4, б с двумя шар-

нирами в ригеле: оптимизируемым параметром будет координата Z шарнира (в данном случае функция объема $V(Z)$ в интервале $0 \leq Z \leq 0.5L$ не имеет математического минимума, но имеет наименьшее значение).

Рама, показанная на рис. 4, б, геометрически изменяема. На ее основе можно получить геометрически неизменяемую форму (на рис. 4, б, изображена штриховой линией) и одновременно учесть влияние поперечных сил.

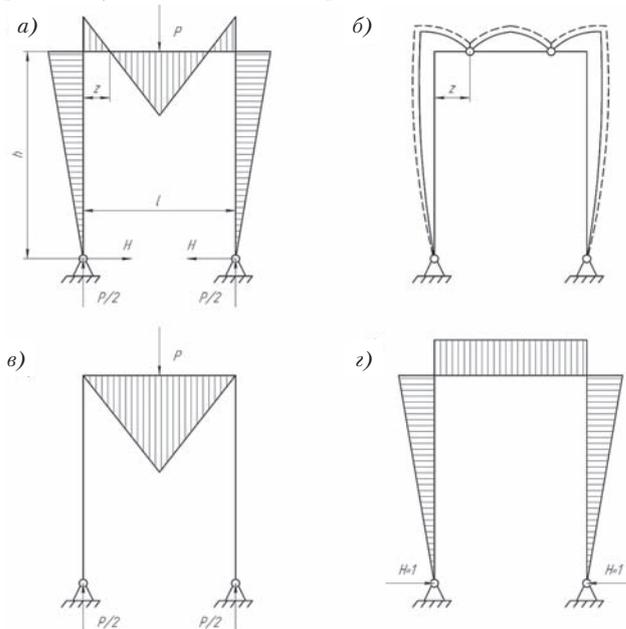


Рис. 4. К расчету статически неопределимой рамы

При этом для сохранения эпюры изгибающих моментов с координатой безмоментной точки необходимо удовлетворить каноническому уравнению метода сил $\delta_{11}H + \delta_{1P} = 0$, причем (рис. 4, в, з)

$$\delta_{11} = \frac{2}{E} \int_0^h \frac{x^2 dx}{J_1(x)} + \frac{1}{E} \int_0^L \frac{h^2 dx}{J_2(x)}; \quad \delta_{1P} = \frac{2}{E} \int_0^{0.5L} \frac{-0.5Phx dx}{J_2(x)}; \quad H = \frac{Pz}{2h},$$

где $J_1(x)$ и $J_2(x)$ – функции изменения момента инерции сечения по длине стоек и ригеля. Подставив значения δ_{11} , δ_{1P} и H в каноническое уравнение, получим

$$\frac{Pz}{2h} = -\frac{\delta_{1P}}{\delta_{11}} = \frac{\frac{2}{E} \int_0^{0.5L} \frac{Phx dx}{2J_2(x)}}{\frac{2}{E} \int_0^h \frac{x^2 dx}{J_1(x)} + \frac{1}{E} \int_0^L \frac{h^2 dx}{J_2(x)}}; \quad z = \frac{Ph \int_0^{0.5L} \frac{x dx}{J_2(x)}}{2 \int_0^h \frac{x^2 dx}{J_1(x)} + \int_0^L \frac{h^2 dx}{J_2(x)}}.$$

Данное условие есть ограничение по равенству.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задачи линейного и нелинейного программирования в рамках данной статьи не рассматриваются, однако, следует отметить, что опыт создания судовых грузоподъемных кранов позволил выработать определенные подходы к проектированию несущих металлоконструкций грузоподъемных устройств с привлечением сравнительного анализа альтернативных вариантов для обоснования выбора технического решения, в том числе и средствами численных методов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Троицкий В.А., Петухов Л.В. Оптимизация формы упругих тел. – М.: Наука, 1982. – 432 с.
2. Гилл Ф., Моррей У., Райт М. Практическая оптимизация/ Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 509 с.
3. Букреев В.В. Расчет и конструирование строительных и дорожных машин. Оптимизация металлоконструкций на примере стрелы экскаватора: Лабор. практикум. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1998. – 26с. ■

ОАО «Новая ЭРА»: НОВОСТИ КОМПАНИИ

ОАО «Новая ЭРА»,
контакт. тел. (812) 740 5053

Петербургское производственное предприятие ОАО «Новая ЭРА» продолжает активную деятельность по разработке новых видов электrorаспределительного оборудования и наращиванию опыта проведения опытно-конструкторских, электромонтажных и пусконаладочных работ для судо- и кораблестроения.

Прошедший 2010 г. был для компании годом стабилизации. Коллективом предприятия сделано много для закрепления его позиций на рынке. В 2010 г. был заключен и реализован ряд значимых контрактов.

Из их числа можно выделить завершение во втором полугодии изготовления и поставку электропитового оборудования для головного атомного плавучего энергоблока «Академик Ломоносов», а также заключение дополнительного соглашения на установку пускорегулирующей аппаратуры по данному проекту. Это – уникальный объект, который строится впервые в мире, и ОАО «Новая ЭРА» справилось с этой сложной задачей.



В прошлом году специалистами ОАО «Новая ЭРА» были успешно разработаны, проведены испытания и сертифицированы пять новых комплектных распределительных устройств (КРУ), два из которых разрабатывались и поставались для плавучего энергоблока.



ОАО «Новая ЭРА» остается одним из ведущих российских предприятий, способных выпускать средневольтное оборудование в морском исполнении, благодаря чему компания участвует в большинстве крупных проектов по строительству шельфовых объектов. Так, в завершающей стадии находятся работы по МЛСП «Приразломная», которая в конце ноября была доставлена из Севрдинска в Мурманск.

В соответствии с контрактом Министерства промышленности и торгов-



ли РФ завершен первый этап опытно-конструкторских работ в области разработки электrorаспределительных устройств для морских буровых платформ «Шельф-электро».

На 2011 г. получен ряд заказов, которые будут способствовать дальнейшему развитию компании и росту. Предприятие участвует в строительстве надводных кораблей большинства проектов.

В конце 2010 г. ОАО «Новая ЭРА» заключило значимый контракт с ОАО «Прибалтийский судостроительный завод «Янтарь» на полный цикл электромонтажных работ при достройке фрегата для ВМС Индии. В рамках контракта, который рассчитан на полтора года, более 100 специалистов ОАО «Новая ЭРА» будут выполнять электромонтажные и пусконаладочные работы, а также участвовать во всех видах испытаний, вплоть до сдачи корабля заказчику. ОАО «Новая ЭРА» активно сотрудничает с судостроительным заводом «Янтарь», входящим в «Объединенную судостроительную корпорацию», имеющим большой потенциал, и по другим проектам, выполняя опытно-конструкторские работы и поставляя электрооборудование в морском исполнении.



Компания активно взаимодействует с предприятиями, входящими в «Объединенную судостроительную корпорацию», участвуя в мероприятиях направленных на развитие отечественного судостроения. Так, представители компании выступили с докладами на заседании Научно-технического совета ОАО «ОСК» на базе ОАО «ЦМКБ «Алмаз». На тему: «Возможности ОАО «Новая ЭРА» по разработке и поставке высоковольтных электrorаспределительных устройств (ЭРУ) для судов и кораблей» выступил главный конструктор по морскому и специальному электрооборудованию ОАО «Новая ЭРА» В.Ф. Косококов.

Он рассказал о реализуемых компанией проектах, о новых разработках, отметил, что мощность судовых электроэнергетических систем неуклонно растет, поэтому все больше и больше судов и морских объектов переходят на средневольтное оборудование с классом напряжения 6 и 10 кВ. В настоящее время ОАО «Новая ЭРА» является ведущим российским предприятием, серийно поставляющим комплектные распределительные устройства (КРУ) этих классов напряжения собственной разработки в морском исполнении.

В настоящий момент осуществлены или осуществляются поставки ЭРУ для фрегатов и авианосцев для ВМС Индии; подводных лодок для ВМС Вьетнама и Алжира; корветов, фрегатов, артиллерийского и десантного корабля, тральщика и других кораблей для ВМФ РФ. ■

Судовая энергетическая установка (СЭУ) современного судна представляет собой сложный комплекс тепловых двигателей, механизмов и устройств, в которых происходит превращение энергии, заключенной в топливе в энергию тепловую, механическую и электрическую. Указанные виды энергии служат для приведения судна в движение, а также для обеспечения средств управления, связи и борьбы за живучесть, собственных нужд экипажа и пассажиров (отопление, освещение, вентиляция, санитарные нужды и др.), осуществления грузовых операций и специальных задач в зависимости от назначения судна.

В состав СЭУ самоходного дизельного судна входят пропульсивная установка (ПУ) – комплекс механизмов и устройств, предназначенный для выработки, преобразования и передачи энергии, обеспечивающей движение судна на всех спецификационных режимах хода, и состоящий из движителей, валопроводов, главных судовых передач и главных двигателей, а также вспомогательные механизмы, системы и устройства, обеспечивающие нормальное функционирование СЭУ [1].

При проведении анализа типовых конструктивных решений элементов СЭУ и построении деревьев событий формально представим СЭУ состоящей из ограниченного количества узлов (элементов), выход из строя любого из которых приведет к ее полному отказу в соответствии с зависимостями

$$P_{\text{line}}(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot \dots \cdot P_i(t) \cdot \dots \cdot P_N(t),$$

где $P_i(t)$ – вероятности безотказной работы отдельных элементов.

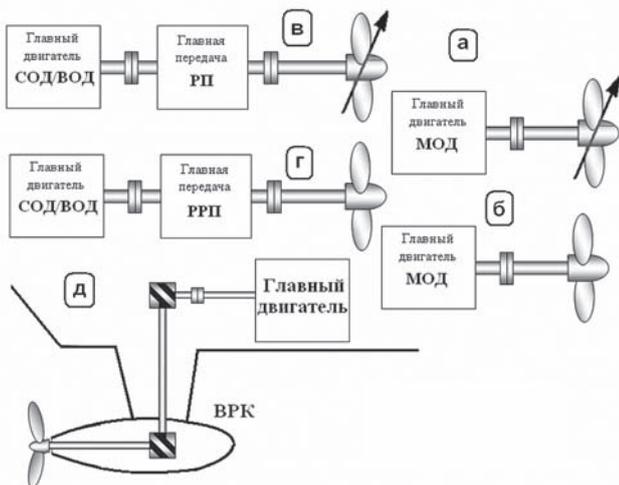


Рис.1. Исследованные варианты состава СЭУ

Название элементов дерева событий соответствуют нормативным документам [1 – 5].

Были исследованы варианты состава СЭУ (рис. 1), охватывающие, по данным [6], более 99,5% общего количества СЭУ самоходных судов. Здесь представлены СЭУ морских судов с главными малооборотными двигателями (МОД) с прямой передачей на винт регулируемого (ВРШ) (рис.1, а) и фиксированного (ВФШ) (рис.1, б) шага. Для речных судов характерны СЭУ с среднеоборотными (СОД) и высокооборотными (ВОД) дизелями, работающими через редукторную передачу (РП) на ВРШ (рис. 1, в) или через реверс-редукторную передачу (РРП) на ВФШ (рис. 1, з). В настоящее время при проектировании СЭУ большое распространение получа-

ПРАКТИКА СОЗДАНИЯ ДЕРЕВА СОБЫТИЙ ДЛЯ СЭУ СОВРЕМЕННОГО СУДНА ПРИ РАЗРАБОТКЕ И РЕАЛИЗАЦИИ ЕЕ ФОРМАЛИЗОВАННОЙ МОДЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ

В.В. Медведев, канд. техн. наук, доцент СПбГМТУ (mvv@OM13655.spb.edu),
Д.С. Семионичев, старший эксперт, ФГУ РМРС (009@rs-head.spb.ru),
контакт. тел. (812) 494 0952

ют винторулевые колонки (ВРК) различных конструктивных исполнений (рис. 1, д).

На рис. 2 представлены два верхних уровня дерева событий для СЭУ.

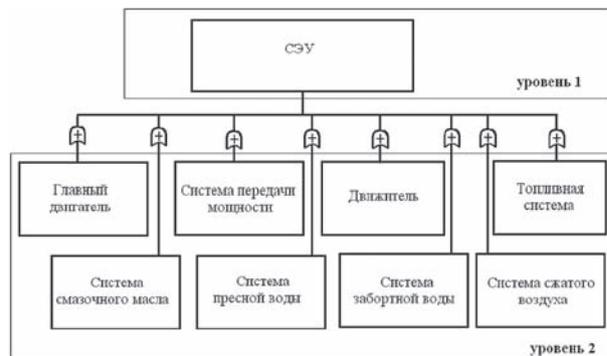


Рис. 2. Дерево событий для СЭУ

Можно отметить, что для большинства элементов СЭУ многовалных судов в соответствии с [1] предусматривается резервирование, поэтому СЭУ двухвалных судов можно рассматривать состоящей из параллельно соединенных ПУ правого и левого бортов, а для трехвалных – из ПУ правого борта, левого борта и центрального расположения. Вероятность безотказной работы такой СЭУ будет определяться зависимостью

$$P_{\text{par}}(t) = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - P_i(t)),$$

где $P_i(t)$ – вероятности безотказной работы отдельных ПУ.

В дерево событий для СЭУ, представленное на рис. 2, не включены дизель-генераторы, снабжающие электроэнергией судовых потребителей.

Результаты создания дерева событий для двигателя внутреннего сгорания достаточно подробно представлены в работах [7 – 9]. Системы, показанные на рис. 2, и движитель являются типовыми по своему составу для разных вариантов СЭУ. Поэтому далее внимание уделено результатам создания дерева событий для различных систем передачи мощности СЭУ.

Деревья событий для элемента «Система передачи мощности СЭУ» представлены на рис. 3–5. В системе передачи мощности СЭУ, в состав которой входит МОД, как правило, отсутствует в составе СЭУ РП. Для систем, в состав которых входит СОД либо ВОД, характерно наличие РП. В комплексах неревверсируемый главный двигатель и ВФШ в качестве движителя обычно применяют РРП для обеспечения заднего хода.

На судах применяются ВРК с диапазоном мощности от 100 до 15000 кВт с различными передаточными числами, при



Рис. 3. Дерево событий для системы передачи мощности СЭУ с МОД

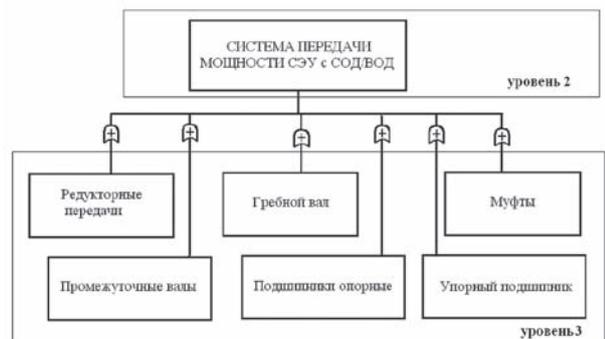


Рис. 4. Дерево событий для системы передачи мощности СЭУ с СОД/ВОД

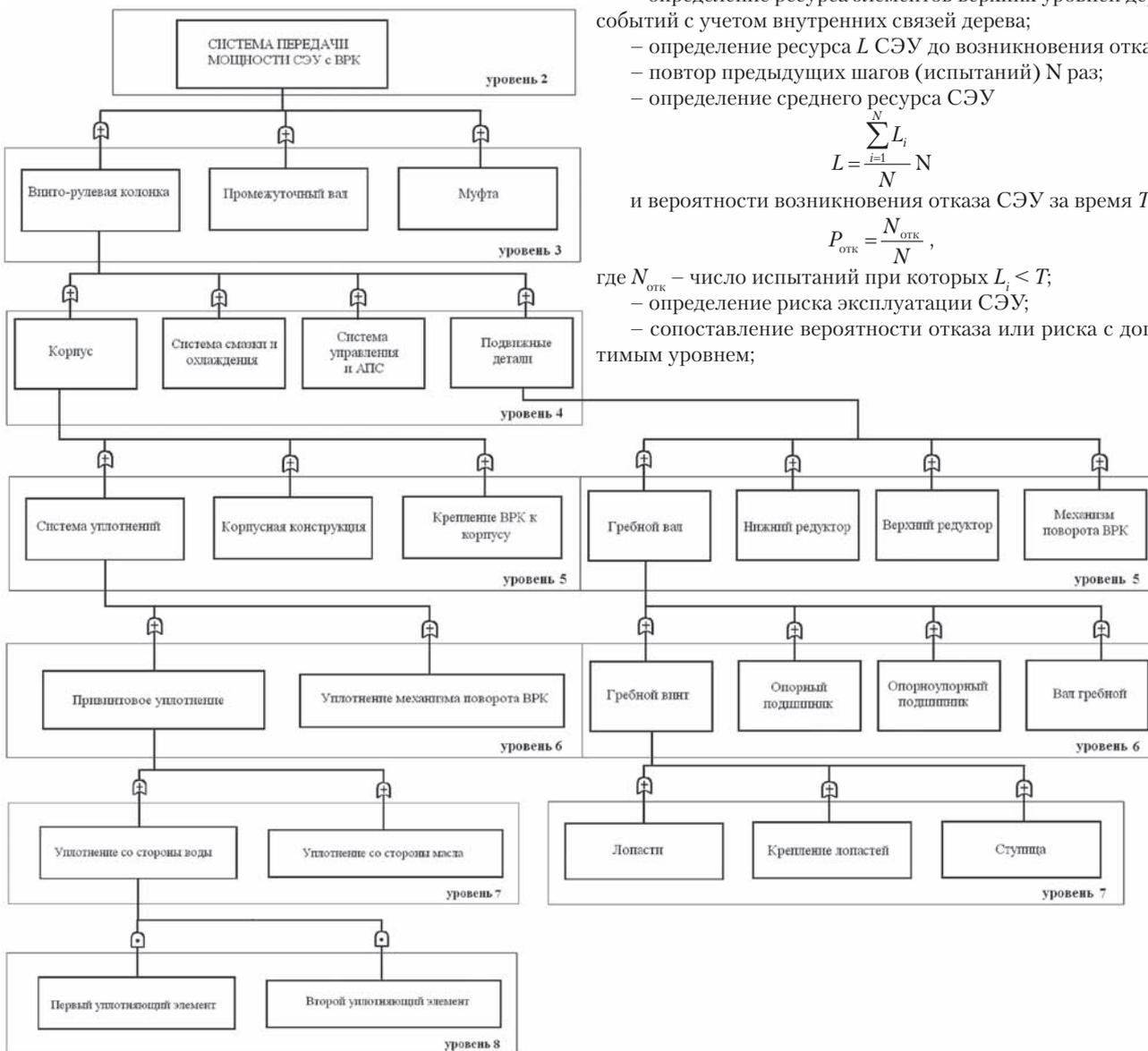


Рис. 5. Дерево событий для системы передачи мощности СЭУ с ВРК

этом возможно применение в качестве движителя ВРШ или ВФШ, а также конструкции, когда в корпусе ВРК размещен гребной электродвигатель, позволяющий исключить внутри колонки Z-образную зубчатую передачу мощности от главного двигателя к движителю.

В соответствии с исследованиями, проведенными в [9], можно построить алгоритм определения надежности СЭУ судна, включающий следующие этапы:

- определение списка элементов, составляющих рассматриваемый вариант СЭУ;
- адаптирование типового дерева событий с учетом фактической конструкции СЭУ, установление внутренних связей дерева, определение тяжести последствий отказа каждого элемента;
- определение для каждого элемента нижнего уровня дерева событий его текущего технического состояния;
- выбор корректного статистического закона распределения и параметров распределения для определения ресурса элементов нижнего уровня с учетом воздействия внешних факторов и условий его эксплуатации;
- определение допустимой вероятности отказа или риска СЭУ;
- определение ресурса каждого элемента нижнего уровня дерева событий с использованием статистического моделирования;
- определение ресурса элементов верхних уровней дерева событий с учетом внутренних связей дерева;
- определение ресурса L СЭУ до возникновения отказа;
- повтор предыдущих шагов (испытаний) N раз;
- определение среднего ресурса СЭУ

$$L = \frac{\sum_{i=1}^N L_i}{N}$$

и вероятности возникновения отказа СЭУ за время T:

$$P_{\text{отк}} = \frac{N_{\text{отк}}}{N}$$

где $N_{\text{отк}}$ – число испытаний при которых $L_i < T$;

- определение риска эксплуатации СЭУ;
- сопоставление вероятности отказа или риска с допустимым уровнем;

– в случае превышения допустимого уровня, добавление информации о стоимости и трудоемкости ремонта каждого из элементов СЭУ и анализ дерева событий с целью отыскания наиболее экономически-рационального решения по снижению вероятности отказа или риска к допустимому уровню, или изменение дерева событий СЭУ.

В соответствии с предложенным алгоритмом была реализована математическая модель в программном комплексе, позволяющим оценить остаточный ресурс СЭУ и вероятность выхода из строя ее компонентов в течение исследуемого периода на основании результатов дефектоскопии с использованием имитационного моделирования и построенных деревьев событий.

При реализации математической модели и создании программного комплекса сделаны следующие допущения:

– условия работы и режимы нагружения СЭУ в исследуемый период принять соответствующими предшествующему этапу эксплуатации;

– скорость изнашивания деталей при трении поверхностей при установившемся режиме работы пропорциональна времени износа;

– полный ресурс каждого элемента СЭУ является вероятностной величиной, распределенной в соответствии с предвзятительно определенным законом;

– в качестве стандартных законов распределения в созданном программном комплексе используются следующие виды распределения: нормальное, равномерное, экспоненциальное, распределения Вейбулла и Релея;

– параметры распределений могут быть заданы для каждого элемента дерева событий начального уровня на основании статистических данных или в соответствии с рекомендациями [9];

– при реализации модели предусмотрена возможность определения количества отказавших элементов при превышении которого наступает отказ элемента более высокого уровня дерева событий;

– число расчетов дерева событий при имитационном моделировании задается пользователем;

– предусмотрена оценка влияния вероятности отказа и срока службы элементов дерева событий на надежность СЭУ. Это позволяет проводить анализ конструкции различных вариантов компоновки при ремонтах и/или модернизациях СЭУ и выбрать рациональный, экономически обоснованный вариант управления рисками;

– выбор варианта управления риском предложено проводить в два этапа с использованием принятой в работе двухуровневой иерархии критериев: на первом этапе определяют показатель риска, который сравнивают с допустимым уровнем и, при необходимости его снижения, на втором этапе проводят анализ и выбор наиболее экономичного варианта управления риском;

– программный комплекс реализован на языке программирования Object Pascal в среде Delphi 10 Lite, результаты расчета передают в режиме реального времени с использованием СОМ-технологии и таблиц Excel (пакет программ Microsoft Office 97–2003).

С использованием разработанной методики и программного комплекса была, в частности, оценена надежность СЭУ судна проекта 1077У для перевозки генерального груза. С этой целью дважды была произведена дефектация ПУ и главных двигателей типа 8Z280-ET (8ЧН28/36) мощностью 1765 кВт изготовленных в 1990 г. «Amagasaki Yanmar Diesel Engine Corporation».

Обмер двигателей включал в себя:

– оценку износа шатунных и головных подшипников (характеризуются высотой камеры сгорания);

– замеры зазора в головном соединении, шатунных и рамных подшипниках;

– замеры зазора между поршнем и цилиндрической втулкой, по высоте между поршневыми кольцами и канавкой, между

стержнем впускных и выпускных клапанов и направляющими, в подшипниках коромысла газораспределительного механизма;

– обмер цилиндрических втулок;

– замер расцепов коленчатого вала.

Были выполнены замеры зазоров в дейдвудном устройстве и дефектоскопия лопастей гребного винта.

По результатам измерений выполнены расчет и оценка вероятности возникновения отказов на период 4000 часов при допустимом уровне отказа одной из ПУ 2,5% и 0,00001% для наступления одновременного (в промежутке менее 100 часов) отказа пропульсивных установок правого и левого бортов. При математическом моделировании число итераций задавалось равным 100 000. Расчеты показали, что вероятность возникновения отказа пропульсивной установки правого борта составляет 1,85%, левого – 1,98%. Вероятность возникновения отказа пропульсивной установки левого и правого борта с промежутком менее 100 часов составила 0,00008 %.

В связи с тем, что вероятность возникновения отказа не превысила предвзятительно заданной предельной вероятности 2,5% для единичного отказа и 0,00001% для наступления одновременного (в промежутке менее 100 часов) отказа пропульсивных установок правого и левого бортов, СЭУ была допущена к эксплуатации в течение 4000 часов без дополнительного ремонта.

Отказов элементов СЭУ в течение указанного периода не наступило.

В процессе исследования проведен анализ типовых конструктивных решений элементов СЭУ и построены типовые деревья событий для вариантов компоновки СЭУ и ее элементов.

Знакомит с разработанной математической моделью и программным комплексом, позволяющими оценить остаточный ресурс СЭУ и вероятность выхода из строя ее компонентов в течение исследуемого периода на основании результатов дефектоскопии с использованием имитационного моделирования и построенных деревьев событий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила классификации постройки морских судов. – СПб.: Российский Морской Регистр судоходства, 2010.
2. Стандарт ИСО 2710. Поршневые двигатели внутреннего сгорания: Словарь, 1987.
3. Стандарт ИСО 7967-1. Поршневые ДВС: Словарь терминов по компонентам и системам двигателя, 1987.
4. ГОСТ Р 5070–92 Редукторы и мотор-редукторы общемашиностроительного применения: Термины и определения. – М.: Госстандарт России, 1992.
5. Operating Instruction for the SCHOTTEL Rudderpropeller SRP 1212. // Schottel. Germany. Edition 983/00, 2000.
6. Регистровая книга судов. – СПб.: Российский Морской Регистр судоходства, 2008.
7. Семиничев С.Р., Медведев В.В., Румб В.К. Построение ФАБ судового дизеля // Морской вестник. – 2003. – Спец. выпуск №1(1).
8. Румб В.К., Медведев В.В., Семиничев С.Р. Основы надежности и диагностики судовых ДВС. – СПб.: ИЦ СПбГМТУ, 2005.
9. Медведев В.В., Половинкин В.Н. Использование имитационного моделирования для обеспечения надежности и безопасности судовых дизелей. – Мат-лы 4-й Всерос. науч.-практ. конф. «Имитационное моделирование. Теория и практика». – Т. 2. – СПб, 2009.
10. Медведев В.В., Семиничев Д.С. Методические рекомендации по прогнозу и оценке рисков при обосновании целесообразности модернизации судовых энергетических установок // Науч.-техн. сб. Рос. Морского Регистра судоходства. – 2009. – Вып. 32. ■

Проблема создания и выпуска сопроводительной технической документации и технических иллюстраций не нова. Вместе с тем на сегодняшний день все актуальнее становится вопрос автоматизации процесса создания и выпуска и документации, и иллюстраций как с точки зрения сокращения расходов на этот процесс, повышения качества, так и соответствия стандартам. Существуют различные способы решения данных задач. Специалисты компании «Ирисофт» неоднократно сталкивались с рядом проблем при работе с заказчиками. Материалов и статей по данной тематике, к сожалению, немного, особенно на русском языке, поэтому, мы представляем вашему вниманию переводной материал* и надеемся, что каждый найдет в нем для себя много полезного и интересного.

ВВЕДЕНИЕ

Возможности технических иллюстраций огромны, и для их использования на данный момент разработано множество методов и принципов. Подробное описание всех методов сделало бы статью бесконечной. Но все же иллюстраторы, ищущие серьезную информацию по таким темам, как возможности иллюстраций в сравнении с чертежами, могут столкнуться с проблемами, ведь текущее положение вещей парадоксально: техническая иллюстрация – огромная тема, однако ряд книг и материалов, которые можно назвать классическими в этой области, повторно уже не публикуются.

При этом потребность в технических иллюстрациях увеличивается под влиянием различных факторов, среди которых – строгие правила ЕС и требования более высокого качества оформления документации. К сожалению, многие учебные заведения, раньше предлагавшие этот курс, больше не включают его в учебные программы. Во многих странах курс по подготовке технических иллюстраций преподается лишь в нескольких частных учреждениях.

Отделы же подготовки технических публикаций в рамках компаний часто

* Представленная статья подготовлена на основе материалов серии статей, которые были впервые опубликованы в «Communicators», ежеквартальном издании Institute of Scientific and Technical Communicators (ISTC) в Великобритании.

Автором данного материала является Bettina Giemsa, специалист компании PTC («Parametric Technology Corporation»). До прихода в PTC она являлась сотрудником «TEDO Software GmbH», компании, которая в свое время разработала и создала продукт IsoDraw, предназначенный для работы и выпуска технических иллюстраций. Впоследствии «TEDO Software GmbH» была поглощена PTC, и продукт IsoDraw вошел в линейку продуктов семейства Arbortext. Общий опыт работы Bettina Giemsa по данной тематике – около 10 лет.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЛЛЮСТРАЦИИ В XXI В. РУКОВОДСТВО ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛОВ

ООО «Ирисофт»,
контакт. тел. +7 812 325 4335
PTC International,
контакт. тел. +7 499 973 9597

сокращают, оставляя лишь специалистов без опыта рисования, которые вынуждены самостоятельно разбираться в принципах создания технической иллюстрации. Возникает естественный вопрос: где они могут получить информацию, необходимую для самообразования?

В «PTC Education Services» мы наблюдаем эту тенденцию снова и снова: участники наших классов по обучению работе с Arbortext® IsoDraw™ просят у нас общее руководство по созданию технических иллюстраций.

Ниже представим краткий обзор некоторых основных аспектов создания технических иллюстраций.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЛЛЮСТРАЦИИ ПРОТИВ ЧЕРТЕЖЕЙ: ПРОГУЛКА СКВОЗЬ ТЕРМИНЫ

Почему иллюстрации, а не чертежи? Сталкиваясь впервые с этими терминами, многие путают, смешивают их. Однако между ними есть явные различия.

Технический чертеж используется для проектирования и производства изделий. Это всегда изображение детали или блока в определенном масштабе, необходимом для обеспечения точного визуального описания. В технических чертежах даже самая маленькая деталь должна быть определена точно, чтобы гарантировать однозначность изображения. Чтение технического чертежа может быть очень сложным процессом, потому что должно быть интерпретировано огромное количество информации.

Технические иллюстрации во многом противоположны чертежам, так как преследуют совершенно другие цели. Их главная задача – изобразить деталь или

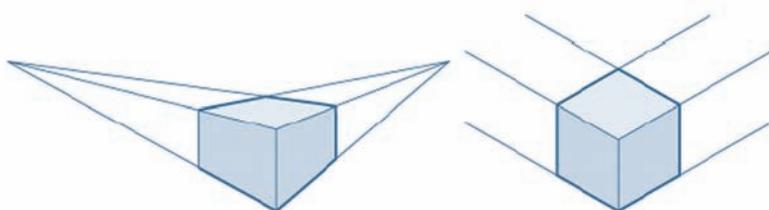
блок таким образом, чтобы он был быстро и точно узнаваемым. В технической иллюстрации маленькая деталь может быть изображена значительно крупнее, если этого сделает изображение понятнее. Здесь важна не столько точность, сколько легкость понимания. Зритель должен быть в состоянии идентифицировать изображенную деталь, не имея никакой специальной подготовки в области проектирования.

В технических иллюстрациях, как правило, опущены вся лишние детали. Кроме того, у технического иллюстратора есть художественная свобода в использовании различных стилистических приемов, позволяющих достичь основной цели. Использование перспектив, графических устройств и упрощений – все это важные инструменты выделения ключевых деталей на иллюстрации.

ТОЧКА ЗРЕНИЯ

В отличие от технических чертежей технические иллюстрации отражают внешний вид. Как правило, можно сказать, что, чем более проста деталь, тем более комплексно она может быть вписана в иллюстрацию. Это связано с тем, что иллюстратор может «отсечь» все лишнее, что значительно упрощает восприятие изображения.

Прямая линейная перспектива. Каждая техническая иллюстрация сделана в перспективе. Естественно, вы будете использовать перспективу, лучше передающую информацию, которую хотите донести до зрителя в данной ситуации. У людей, которые плохо знакомы с технической иллюстрацией, возникает несколько вопросов при выборе



Прямая и параллельная перспективы

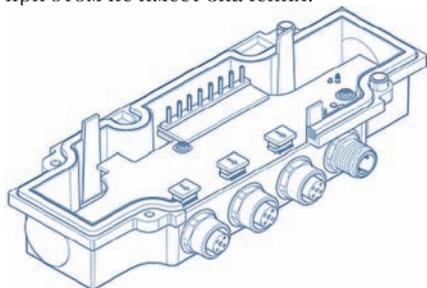
соответствующей перспективы. Довольно часто они пытаются изобразить объект настолько реалистично, насколько это возможно. Чтобы достичь этого, они выбирают именно прямую перспективу.

Однако, как правило, чем более естественна перспектива, тем более комплексно предмет должен быть включен в иллюстрацию. Причина этого – в сужении перспективы. Зрячие люди знают из опыта, что объект кажется меньшим на расстоянии, чем в действительности. Верно и то, что расстояние уменьшается с удалением от глаз наблюдателя. Это порождает две проблемы:

- создание прямой перспективы – сложная задача. При этом вы не можете использовать истинные размеры, а должны спроецировать каждое измерение, так что затрачиваемые усилия, как правило, непропорциональны результату. К примеру, эллипсы в различных положениях будут иметь разные диаметры, углы и длины;

- невозможно снова использовать уже созданные объекты. Это связано с тем, что изменение размера и ориентации в пространстве каждого элемента, вплоть до последнего винтика, приведет к изменению везде, где он используется, поэтому и невозможно снова использовать объект, который был разработан ранее.

Параллельная перспектива. Объем работы, связанный с использованием перспективы, может быть уменьшен, если выбрать другую форму представления – параллельную перспективу, которую (несмотря на то, что она менее соответствует действительности) гораздо проще создать. При ее использовании, в отличие от прямой перспективы, две линии, параллельные в реальности, остаются параллельными и на иллюстрации. Направление же взгляда наблюдателя при этом не имеет значения.



Иллюстрация, созданная с использованием параллельной перспективы.

Параллельная перспектива – конечно, самый эффективный метод изображения объекта в пространстве, и поэтому именно он стал традиционно использоваться для представления в технической иллюстрации. В параллельной перспективной модели вы можете использовать реальные измерения, это означает, что измерения могут быть также взяты непосредственно из технических рисунков.

Поскольку размеры, показанные в параллельной перспективе, не уменьшаются с увеличением расстояния, элементы и на переднем плане, и на фоне могут легко быть узнаны и сравнены. Элементы иллюстрации при этом могут быть снова использованы, если они находятся в том же самом установочном положении. Самый известный вид параллельной перспективы – изометрический. Эта разновидность предполагает возможность использования уже созданных элементов в других иллюстрациях с поворотом на 120°.

Многочисленное использование разработанного элемента – чрезвычайно важный фактор для экономии времени, уходящего на создание иллюстрации. Представьте, что вы должны разработать полный комплект руководств для машины (таких как инструкция по сборке, инструкция по эксплуатации и каталог запасных частей), в котором машина и ее части должны быть изображены в различных ситуациях. Выбрав параллельную перспективу, вы можете снова использовать созданные элементы во всех видах иллюстрациях. Это не только сэкономит много времени, но также гарантирует узнаваемость пользователем.

Подклассы. В пределах этих двух основных перспектив есть различные подклассы. В прямой перспективе можно использовать одну, две или три точки схода. Параллельные перспективы могут использовать тримерические, диметрические и изометрические проекции. В каждом из этих видов проецирование может быть прямоугольным и косоугольным, хотя последнее редко используется.

Как вы можете заметить, использование перспектив – обширная наука. Еще до недавнего времени существовало некоторое количество серьезной и потому ценной литературы по этой теме, однако спрос на такие издания, кажется, уменьшается. Однако, если Вы хотите почитать что-нибудь по этой теме, проверьте книжные полки архитекторов.

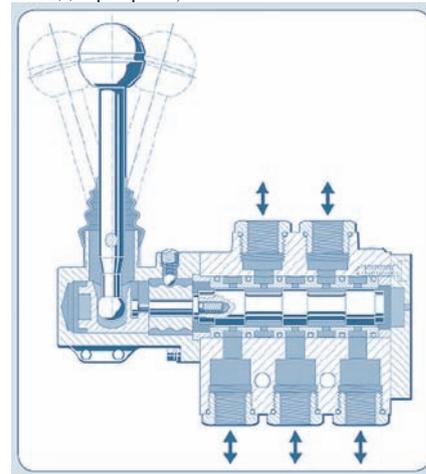
Вывод. Хотя прямая перспектива визуально приятнее, она больше подходит для технической рекламы, чем для технической иллюстрации. Прямую перспективу хорошо использовать для изображения на обложке технического руководства. Основной целью любого руководства является изображение технических деталей максимально понятно, так что наиболее целесообразно использовать именно параллельную перспективу.

ТЕХНИКА СОЗДАНИЯ ИЛЛЮСТРАЦИЙ

После того как вы выбрали самую подходящую перспективу для своей иллюстрации, необходимо выбрать метод

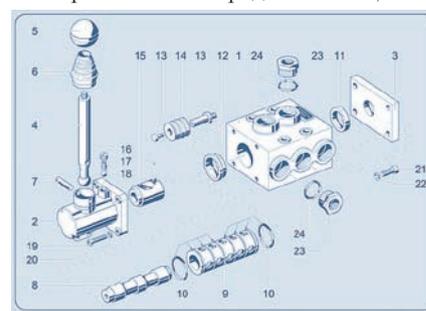
представления и стилистические приемы, которые будут использоваться. Методы представления включают:

- вид в разрезе;



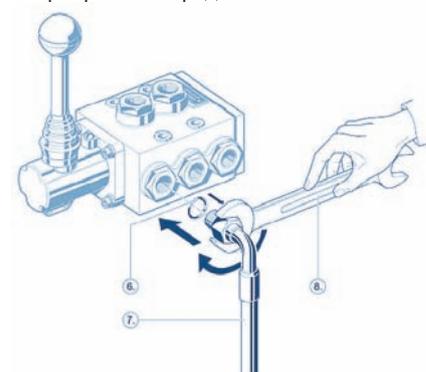
Использование изображения в разрезе для демонстрации внутренних деталей

- разнесенные представления;



Использование разнесенного представления для демонстрации частей сборки

- прозрачные представления.

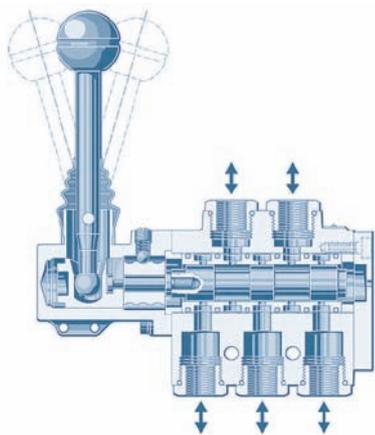


Использование прозрачного представления для вынесения на первый план соответствующей детали

Прежде чем выбрать метод, вы должны определиться с целью создания иллюстрации. К примеру, если иллюстрации нужны для каталога деталей, можно изобразить части в их установочной среде, чтобы обеспечить контекст. В таком случае «прозрачное изображение» было бы хорошим решением. Установочная окружающая среда будет изображена в более светлом цвете или «тонкими» линиями. С одной стороны,

это позволяет легко выделить нужную деталь, с другой – создается фон, на котором можно рассмотреть изображенную в стандартном стиле деталь в соотношении с другими частями.

Этот пример демонстрирует, что метод представления и стиль тесно связаны, поэтому важно тщательно выбирать стилистические приемы. Создание технической иллюстрации редко предполагает однозначный выбор черного или белого, верного или ошибочного. В арсенале технического иллюстратора есть множество методов и стилей, позволяющих достичь главной цели и помогающих передать информацию. Однако не стоит смешивать слишком много стилей, потому что в таком случае, как правило, затеняется основное значение. Как уже упоминалось, на технической иллюстрации маленькое часто становится большим.



Использование стилистических приемов для достижения реализма

Давайте поближе взглянем на трехмерные изображения, которые часто используются для создания инструкций по сборке. Части изделия показаны отдельно в их позиции в сборке, линии или стрелки предоставляют информацию о порядке монтажа. Создать высококачественное «разнесенное» представление нелегко, это может потребовать много времени. Первая сложность – выбор размера, так как много частей должны быть показаны в увеличенном масштабе, иллюстрация займет больше места. И чем больше устройство, тем больше частей должно быть выделено, таким образом и проблема становится более глобальной.

В результате иллюстратор должен мастерски разместить детали, помня, что это окажет непосредственное воздействие на ясность и понятность иллюстрации.

Имейте в виду, что зритель (читатель) не должен растеряться, глядя на иллюстрацию. Начиная работать, иллюстратор должен продумать, что именно изобразить и как расположить детали, чтобы структура устройства была ясна. Кроме того, иллюстратор должен избегать излишней декоративности графики,

так как слишком много деталей отвлечет зрителя и затенит основной смысл. В этом контексте эффективность и сильные стороны различных стилистических приемов становятся очевидными. Техника, предполагающая использование толстых и тонких линий, основной стиль технических иллюстраций, позволяют зрителю легко уловить смысл иллюстрации и должны рассматриваться как основа для создания сложных иллюстраций, таких как некоторые разнесенные представления.

Примеры стилистических приемов: толщина линий; тип линий; лупа; выноски; цвет; штриховка.

НАЗАД К ОСНОВАМ: СООТНОШЕНИЕ ЛИНИЙ В ИЛЛЮСТРАЦИЯХ ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА

Теперь подробнее остановимся на линиях. *Линия* – самый базовый элемент технической иллюстрации. Однако если вы думаете, что «базовый» элемент значит «простой», то несколько ошибаетесь. Форма, толщина и значимость линий на иллюстрации – все вносит свой вклад в художественный эффект и успех в изображении формы.

В этом разделе мы лишь коснемся темы линий, сконцентрировавшись на их видах, созданных с помощью таких векторных графических инструментов, как Arbortext IsoDraw и Adobe Illustrator. Наша задача – помочь неопытным иллюстраторам использовать линии эффективно.

Типы линий. Существуют различные типы линий, как показано на рисунке ниже.



Виды линий

Линия – прямая линия между двумя пунктами, у которой есть начало и конечная точка.

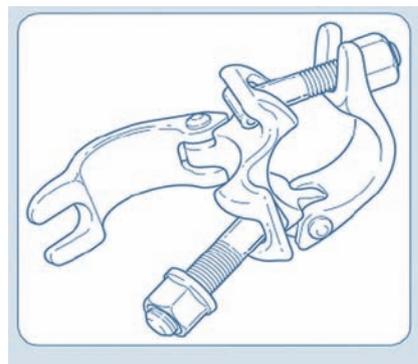
Ломаная линия – линия с несколькими точками. У нее есть не только начальная и конечная точки, но и промежуточные точки, которые, к тому же, не лежат на прямой линии. Пример – зигзагообразная линия.

Кривая Безье – названа в честь французского математика Пьера Безье. Она определяется математическими формулами. Две конечные точки называются якорными; другие точки, определяющие форму кривой, называются управляющими, касательными или узловыми. Линия

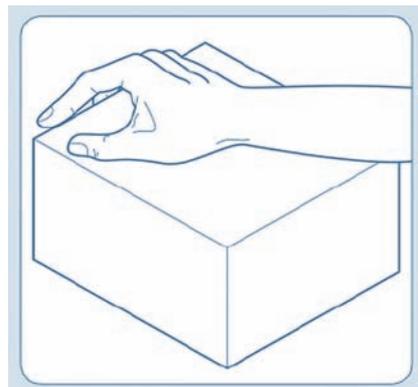
может иметь одну или две точки контроля, перемещение этих точек изменяет форму и направление кривой. В результате кривая Безье использует, по крайней мере, две якорные точки и одну управляющую для определения кривой.

Большинство графических программ предлагает широкий диапазон инструментов рисования линий, но иллюстраторы должны использовать их целесообразно, чтобы создать эффективную техническую иллюстрацию. Ниже вы найдете рекомендации по поводу того, как создавать линии в технической иллюстрации, и, конечно, эти идеи также могут быть применены к работе с ручкой и чернилами.

Основные линии. Самая простая форма основных линий – линейная. Это означает, что все линии на иллюстрации имеют одинаковую толщину. Однако, чтобы более эффективно передать форму объекта, очень часто используются линии различной толщины. Этот стилистический прием называют техникой «толстый и тонкий» («thick and thin»). Фактическая и относительная толщина линий при этом определяются стилем изображения и эстетическим эффектом; традиционно рекомендуется делать толстую линию в два раза толще тонкой. Толстые линии, как правило, применяются для оформления внешних сторон объектов, в то время как тонкие – для внутренних. Предлагаем такой метод проверки: если вы не можете видеть кончики пальцев за краем, то линия, изображающая его, должна быть толстой.



Использование техники толстых и тонких линий



Определение толщины линии

Линии часто бывают ломаными, и их толщина может изменяться после излома, указывая, к примеру, переход от контура к переднему плану. Часто этот прием используется при изображении литых фигур. Более толстые линии используются и для изображения специфических объектов. Цвет, если он используется, также может выполнять именно такую функцию или нести дополнительную информацию об объекте.

Дополнительные линии. Когда вы создаете свою иллюстрацию, может возникнуть желание использовать больше линий для ее завершения. Есть несколько линий со специальными функциями, к примеру: базовые линии для аннотаций; осевые линии для изображений в разрезе, которые могут быть штриховыми.

Добавление белых теней помогает отличить главные линии и геометрические оси от изобразительных линий непосредственно в пределах рисунка.

Вывод. Тщательный выбор линий и стилей изображения усилит общее впечатление от Вашей иллюстрации. Удаление невидимых глазу линий, если они не несут важной смысловой нагрузки и не нужны для демонстрации скрытых частей, позволит сконцентрировать внимание на важных аспектах изображения. Все, что Вы включаете или не включаете в иллюстрацию, должно помочь зрителю легко представить себе объект.

ИЛЛЮСТРАЦИИ ДЕТАЛИ: ПРИ ТЩАТЕЛЬНОМ ИЗУЧЕНИИ

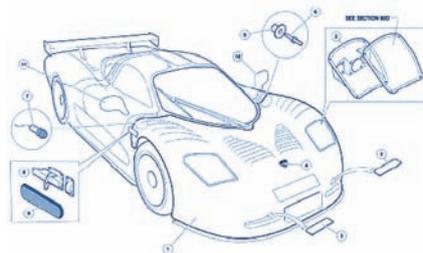
В этом разделе команда IsoDraw Argbortext продемонстрирует, чего можно достичь, выдвигая на первый план иллюстрации детали.

Иллюстрация детали – средство выделения элементов, извлеченных из основной иллюстрации. Ее необходимость зависит от того, чего иллюстратор стремится достичь. В большинстве случаев иллюстрации детали используются, чтобы представить больше информации о частях основной иллюстрации. Поскольку это часто означает создание части иллюстрации в большем масштабе, иногда используется термин «луна».

Однако необязательно увеличивать деталь, чтобы добавить информацию. К примеру, иногда достаточно добавить акцент, а не деталь. Выделения части иллюстрации в отдельную рамку может оказаться вполне достаточно, чтобы привлечь внимание зрителя. Важно то, как вы выделите нужную часть.

Уровень абстракции на иллюстрации должен соответствовать целям. Традиционно такой ход используется, чтобы показать маленький, но важный сегмент на иллюстрации (рисунок 10). Чтобы сделать деталь максимально узнаваемой, вы можете опустить ненужные подробности и показать только характеристи-

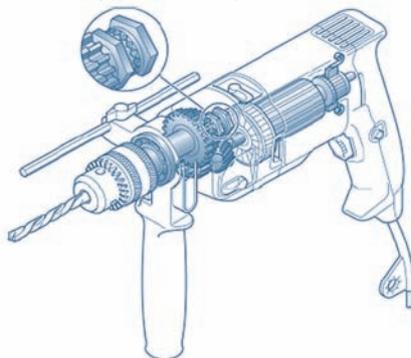
ки, необходимые для идентификации. Также можно присвоить детали собственный номер (пронумеровать).



Подробная иллюстрация мелких деталей

Иллюстрация: родстер Mosler MT900S (выдержка), создана Harber Technical Services (www.harbertech.co.uk) ©Breckland Technology

Однако, если подробная иллюстрация используется, чтобы показать деталь четче, увеличенное изображение – безусловно, лучший выбор.



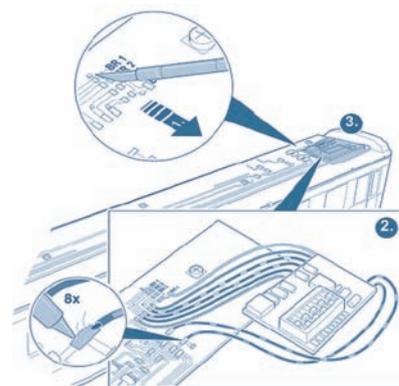
Подробное изображение частей устройства

Иллюстрация: перфоратор создан Bosh Power Tools GmbH при помощи Altec Graphics Ltd (www.altegraphics.co.uk), © Altec Graphics Ltd.

Вы можете также использовать и другие стилистические приемы детальной иллюстрации. Например, могли бы выбрать эффект ореола или прозрачность, чтобы передать больше информации. Можно использовать также возможности показа с другой точки. Кроме того, иллюстрации детали могут быть расположены в любой форме, включая круги, овалы и квадраты, и соединены с главной иллюстрацией линиями или стрелками. Добавление белой каймы к внутреннему контуру помогает выделить содержимое формы. При этом Вы можете выдвинуть на первый план несколько деталей на одной иллюстрации (рис. 12), только необходимо следить, чтобы иллюстрация не стала излишне переполненной. Чтобы помочь читателю, последовательные детали обычно нумеруются. Создание каждой детали в отдельном слое позволит Вам показать или скрыть детали при необходимости.

КОМУ НЕОБХОДИМО РЕНТГЕНОВСКОЕ ЗРЕНИЕ?

Из этого раздела вы узнаете, как технические иллюстрации могут



Использование трех пронумерованных увеличенных сегментов в одной иллюстрации

Иллюстрация: декодирующее устройство, созданное Gebr M?rkling & Cie GmbH с помощью VteG GmbH, © VteG GmbH с любезного разрешения Gebr M?rkling & Cie GmbH.

дать нам сверхчеловеческие способности.

Иногда зрителю может быть интересно, как механизм выглядит изнутри. Это особенно полезно, когда функции прибора должны быть визуализированы. В технических иллюстрациях для этого используются два приема: изображение в разрезе и прозрачное представление.

Вид в разрезе. Как говорит название, при использовании данного приема часть устройства вырезана или удалена для того, чтобы показать то, что находится внутри объекта. Эта техника является самой подходящей для цилиндрических тел, таких как турбины и насосы, но она может быть применена также и к другим объектам. Каждый объект, имеющий центральную ось, помогает иллюстраторам ориентироваться во время своей работы.

Начиная делать иллюстрацию в разрезе, важно ясно представлять то, что будет изображено и как это сделать. Иллюстратор должен знать, где сделать разрез и какой разрез является самым показательным. Кроме того, необходимо выбрать перспективу. Хотя изометрическая перспектива одна из наиболее распространенных, это не самый лучший выбор для использования с данным приемом. Диметрическая перспектива, например, более приемлема для иллюстраций объекта в разрезе.

Прозрачное представление. Этот метод использует прозрачность в качестве основного приема. С его помощью внутренние части объекта можно увидеть, изображая внешние слои прозрачными. Различные уровни глубины могут быть показаны с помощью нескольких уровней прозрачности, однако при этом ничего не удаляется. При этом необходимо позаботиться о том, чтобы сохранилась ясность изображения.

Слишком много деталей, т.е. слишком большая глубина изображения, могут запутать зрителя. Используя цвет,

проверьте, что ваша графическая программа способна создавать эффект прозрачности, особенно если Вы хотите использовать градиенты вместо полноцветных тонов. Если инструмент, который используете, не поддерживает эту функцию, можно использовать слои, чтобы моделировать прозрачность. Для этого необходимо поместить светлые цвета в различные слои друг над другом, так же как живописец распределяет краски на холсте. Также можно добавить световые эффекты и штриховку, чтобы увеличить впечатление от прозрачности. Хотя такой прием, конечно, требует знания графического дизайна, это в очередной раз показывает многогранные возможности технической иллюстрации.

Вывод. Обе техники – и изображение в разрезе, и прозрачное представление – требуют, чтобы у иллюстратора был некоторый опыт, так как создание таких иллюстраций с нуля требует значительного времени. Визуальный эффект, однако, может быть ошеломляющим. В результате оба приема часто используются для целей маркетинга – например, в инструкциях по применению или в рекламных проспектах. Хотя вы встретите много примеров цветных иллюстраций, которые используют эти методы, эффекты могут также быть достигнуты и в черно-белом изображении при использовании оттенков серого.



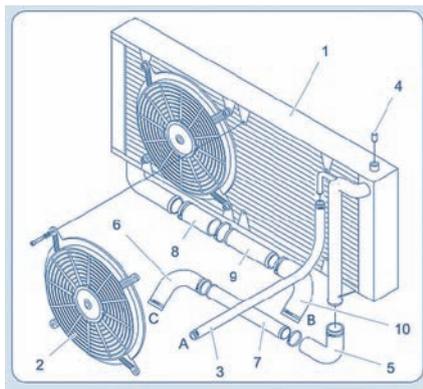
Цветная иллюстрация насоса, в которой использованы оба метода
Предоставлена TGG, поставщиком услуг в области технических иллюстраций в Германии (www.tgg.de); создана с помощью Arbortext IsoDraw, цвета добавлены при использовании Adobe Illustrator. Прозрачность внешнего слоя визуализируется тонкими светлыми линиями.]

ДОБАВЛЕНИЕ ТЕКСТУРЫ К ИЗОБРАЖЕНИЯМ

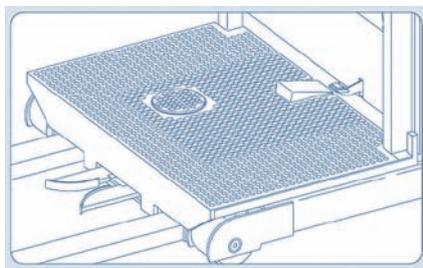
Из этого раздела вы узнаете, как линии могут сформировать шаблоны для передачи регулярных и нерегулярных текстур.

Технические иллюстраторы часто ищут информацию об использовании шаблонов для изображения стандартных деталей, таких как решетка, и нестандартных, как, к примеру, щетин-

ки. На рисунках ниже показана решетка радиатора на автомобиле, изображены отверстия в подножке. Оба изображения – стандартные детали. Показана щетка машины для мойки под давлением с нестандартными щетинками. Серия линий используется, чтобы передать их основное назначение, будь то стандартное или нестандартное, вместо того чтобы пытаться точно изобразить число и относительное положение элементов, из которых деталь состоит.



Стандартные горизонтальные ребра автомобильного радиатора
Иллюстрация: родстер Mosler MT900S (выдержка), создана Harber Technical Services (www.harbertech.co.uk) ©Breckland Technology



Отверстия в подножке, расположенные на одинаковом расстоянии друг от друга
Иллюстрация: грузовик OPX30 Orker Picker (выдержка), ©BT Prime-Mover Inc



Нестандартные щетинки на щетке
Иллюстрация: щетка машины для мойки под давлением, создана Alfred Kärcher GmbH & Co (www.karcher.de), © Alfred Kärcher GmbH & Co

При проектировании образцов важной задачей является также выбор толщины и длины линий, так как они должны отличаться даже при изменении масштаба изображения. Для этого могут использоваться следующие приемы:

– более тонкие линии, чем в остальном изображении;

– серый цвет вместо черного, что также создает впечатление легкости.

Однако если линия является слишком тонкой или если цвет слишком светлый, эффект может потеряться на фоне текстуры. Так как вы не хотите прорисовывать каждую линию отдельно – воображаю, сколько времени это заняло бы! – можете создать шаблон, который затем будете вставлять в нужную область. В этом случае вы можете скопировать и объединить несколько областей, чтобы создать более крупную, такую как щетка. Добавление нескольких отдельных щетинок вручную усилит эффект.

Маски, которые предлагаются большинством графических инструментов, являются готовыми формами, в которые можно добавить собственные образцы. Главная выгода использования маски в том, что образец не нужно подгонять, что означает одинаково результативное использование эффекта как на больших, так и на маленьких площадях.

Вы можете приспособить форму и размер маски, чтобы показать большее или меньшее изображение, не изменяя шаблон. Вы можете также экспериментировать с различными формами, пока не найдете ту, которая создает правильное и наиболее полное впечатление, необходимое для иллюстрации.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АННОТАЦИЙ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ

Точная маркировка позволяет читателям быстро и легко интерпретировать сложные технические иллюстрации. Ниже несколько идей того, как разместить маркеры.

Что такое аннотация? Аннотация – часть иллюстрации, который идентифицирует детали, используя ярлык или описание, и соединенные линией с элементом, на который указывает на ярлык. В создании аннотаций часто используются «выноски». «Прямая» аннотация – это текстовое описание (например, «болт»). «Косвенная» аннотация может быть или числом, или описанием, или комбинацией того и другого.

Косвенные аннотации часто предпочтительнее, потому что они более компактны и могут упростить ситуацию с переводом: в этом случае только текстовая часть документа потребует перевода. Рисунок (см. далее), который взят из иллюстрированного каталога частей для сельскохозяйственной машины, демонстрирует использование косвенных аннотаций.

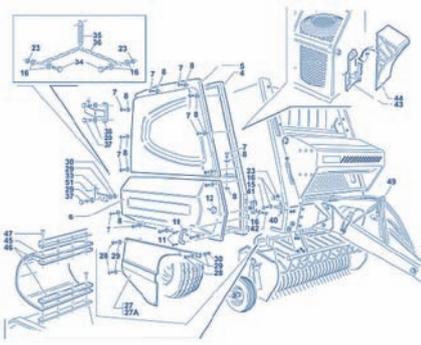


Иллюстрация демонстрирует пример использования косвенных аннотаций и увеличенных областей
 Публикуется с любезного разрешения Montanari Group, Correggio (www.montanarigroup.it)

Где используются аннотации? Аннотации можно найти во всех типах технических руководств, но они наиболее распространены в каталогах запасных частей. В зависимости от каталога можно описывать запасную часть с помощью прямой аннотации или идентифицировать ее посредством косвенной аннотации, которая может быть непосредственно номером запчасти или позицией запасной части в каталоге.

В инструкциях по сборке аннотации могут использоваться, чтобы показать порядок, в котором детали должны быть собраны. В инструкции на первой странице часто дан обзор продукта, в котором аннотации идентифицируют наиболее важные детали или показывают, что входит в комплект поставки.

Эти примеры демонстрируют лишь несколько возможностей применения аннотаций. Однако, несмотря на их пользу, включение аннотаций в иллюстрацию может отнимать много времени. В каталоге запасных частей для сложной конструкции может быть очень много аннотаций, и это составляет определенную трудность при проектировании расположения аннотаций, которое не запутает пользователя.

Каков наилучший подход к использованию иллюстраций? Есть несколько моментов, которые необходимо учитывать при выборе подхода к аннотации:

- Составьте план, прежде чем приступать к размещению аннотаций. На возвращение и переделку может потребоваться много времени.
- Размещайте аннотаций только по часовой стрелке вокруг иллюстрации или только против часовой стрелки. Существует правило, согласно которому направление размещения должно быть постоянным во всей иллюстрации, чтобы избежать путаницы.
- Размещайте аннотации внимательно. Особенно важно поддерживать четкую структуру, когда область иллюстрации будет заполнена. В случае

необходимости Вы можете искривить связующие линии, чтобы указать расположение аннотаций и логических групп.

- Используйте белые тени позади соединительных линий. Когда такие линии пересекают части изображения, тени помогут отделить линии, придавая им понятность и более точную связь.

- Если инструкция по сборке содержит много компонентов, которые нуждаются в аннотациях, целесообразно создавать отдельные «вынесенные» иллюстрации для сборки узлов, возможно – на отдельных слоях иллюстрации.

- Если компонент является очень маленьким, используйте увеличение в отдельной области. К примеру, маленький болт трудно идентифицировать на сложной иллюстрации.

Примечание: Извлеченные области иллюстрации также иногда называют выносками.

Поскольку работа с аннотациями может занять много времени, разберитесь с такими функциями инструмента создания иллюстраций, как:

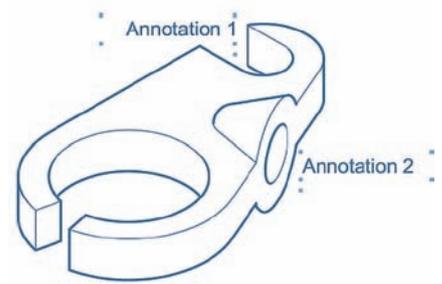
- разнообразные стили для аннотации;
- автоматизированная нумерация, позволяющая изменять нумерацию аннотации после удаления какого-либо пункта;
- автоматизированное создание ней вокруг соединительных линий.

ФОРМАТИРОВАНИЕ ТЕКСТА В ИЛЛЮСТРАЦИЯХ

Внося в иллюстрацию названия и аннотации, легко изменить положение деталей, испортив намеченный эффект. Команда IsoDraw Arbotext от РТС предлагает несколько основных принципов, следуя которым можно избежать проблем.

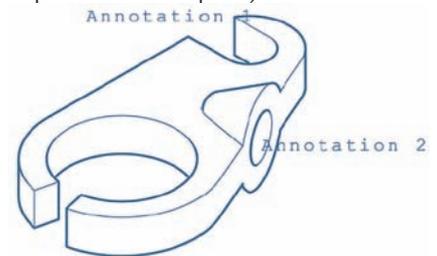
Необходимость добавлять текст к своим иллюстрациям, такой, как названия или аннотации, у технических иллюстраторов возникает очень часто. Если вы при этом будете учитывать несколько моментов, можно гарантировать успешное форматирование текста в Ваших работах.

Форматирование текстовых элементов. Ужасно представленный или неуместный текст может испортить эффект даже лучших художественных работ, так что надо тщательно продумать, как поместить текст. Это особенно важно, если иллюстрация будет использоваться на других компьютерах или в других приложениях. Создавая иллюстрацию, Вы выбираете соответствующие шрифты и свойства, например, пропорционально расположенный шрифт, как показано далее.



Верное расположение текста в соответствии с выбранным шрифтом

Однако, когда графика открывается на другом компьютере, шрифт может быть искажен. Это может произойти, например, если шрифт не установлен или заменен сильно отличающимся шрифтом. Место, которое занимает текст, может измениться (например, используемый на другом компьютере шрифт более широк, потому что это использует фиксированный интервал).



Плохое расположение текста из-за изменения шрифта

Таких проблем можно избежать, если вы форматируете свой текст таким способом, при котором он не может «столкнуться» с иллюстрацией. В нашем примере ситуация могла бы быть «спасена» посредством выравнивания верхнего текста по правому краю изображения и нижнего текста по левому. Это закрепило бы конец текста, самого близкого к графике, и дало бы возможность другому концу текста свободно перемещаться, не перекрывая изображение.

Рисунок демонстрирует этот метод: четыре красные точки указывают на углы каждого текстового окна, а пятая – на точку, по которой текст выравнивается. Другое решение состояло бы в том, чтобы преобразовать текст в контур, превращая его в графические элементы. Однако неудобство этого метода в том, что текст не возможно будет позже отредактировать.

Использование слоев для выделения текста. Работая со сложными иллюстрациями, полезно сохранять текстовые элементы и направляющие линии на отдельных от графических элементов слоях. Тогда вы можете сделать любой слой невидимым, таким образом сделать иллюстрацию более простой для понимания.

Этот метод также полезен, когда иллюстрация содержит элементы, у которых

есть фон или заливка; они могут быть легко скрыты при создании иллюстрации. Но все же главная выгода и использования слоев в том, что вы защищаете свою иллюстрацию. Если вы позже должны отредактировать или перевести текст, стоит заблокировать все слои, содержащие графические элементы, чтобы препятствовать их случайному удалению, сдвигу или изменению.

Основные линии, как правило, имеют белые тени, необходимые для того, чтобы отличить, где они пересекают края изображенных частей. Однако, по умолчанию, у текста нет белого фона, потому что он обычно не закрывает графические элементы. Если вы решите поместить текст на изображение, форматировать текст таким образом, чтобы отделить его от элементов, которые он закрывает.

Экспорт текста для перевода. В идеале инструменты иллюстрации обеспечивают возможность экспорта текстовой информации из иллюстраций в текстовый файл (например, в качестве объекта списка).

Такая гибкость позволяет работать над текстом, используя любой текстовый процессор, и затем импортировать переработанный текст в его оригинальное местоположение на иллюстрации. Этот метод особенно полезен при переводе. Популярной альтернативой для документов, которые требуют перевода, является использование инструментов документирования, чтобы добавить текст, вместо того, чтобы непосредственно делать текстовую часть иллюстрации. Из тех же самых соображений применяются эти инструменты и тогда, когда дело доходит до форматирования текста. Расположение текста может оказаться еще более проблематичным, учитывая, что аннотации и графические элементы могут быть заблокированы вместе на высшем уровне. Если иллюстрация будет изменена, то аннотации потребуют проверки.

ПРОСТОЙ СПОСОБ СОЗДАНИЯ РИСУНКА

Здесь мы рассмотрим метод, который позволит любому стать мастером – phototracing или отрисовка фотографий.

Phototracing может быть эффективным методом для создания впечатляющих технических иллюстраций. Конечно, повторение существующих фотографий, а не создание иллюстрации с нуля, кажется простым и поэтому зачастую считается техникой для начинающих. Я использую слово «считается», потому что, как и в других областях, есть несколько правил, которые необходимо соблюдать, если вы хотите добиться хороших результатов.

Чтобы создать иллюстрацию по фотографии, необходимо сделать снимок и использовать его в качестве шаблона. Большинство графических программ, включая Adobe® Illustrator, Arbortext IsoDraw, Freehand® and CorelDraw®, предлагает фоновый слой, на который Вы можете поместить свою фотографию. Функция блокировки позволяет Вам заблокировать слой, чтобы препятствовать случайному удалению или перемещению фотографии. Затем, отслеживая фотографию, на втором слое воспроизводят все необходимые линии с помощью инструментов, предлагаемых вашей графической программой.

Выбор фотографий. Прежде, чем вы начнете отрисовывать фотографию, проверьте, будет ли она хорошим шаблоном:

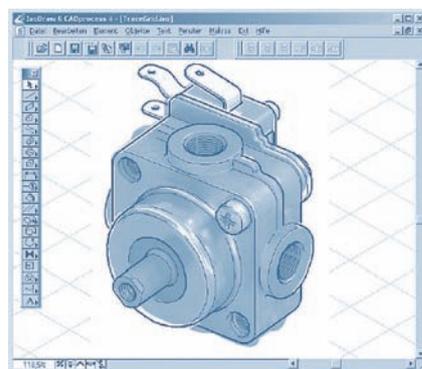
- файл не должен быть слишком большим, иначе Ваша графическая программа может работать медленно. Два фактора влияют на размер файла: цвет и разрешение фотографии. Чтобы «экономить» ресурсы, используйте фотографию в оттенках серого с достаточным для определения необходимых деталей разрешением. Обычно наиболее приемлемым вариантом является разрешение от 180 до 250 точек на дюйм.

- фотография не должна быть слишком темной или иметь отражения, поскольку это вызовет проблемы при отрисовке. Делая фотографию самостоятельно, обратите внимание на то, чтобы освещение было достаточным – в случае необходимости нужно использовать вспышку.

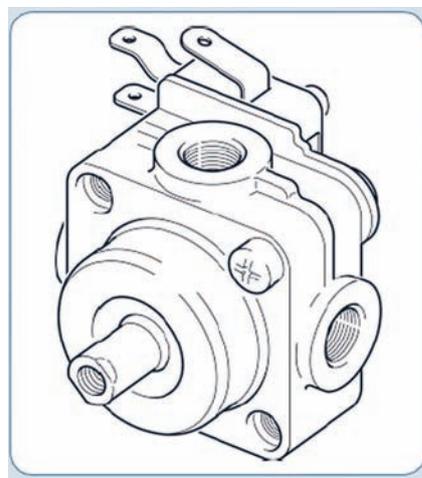
Недостатки метода. На фотографиях всегда используется точка схода перспективы...

И такой же будет любая иллюстрация, отрисованная по фотографии. Использование прямой перспективы оставляет изображение таким, как его видит человеческий глаз или камера в реальности. Именно эта естественность и является основным недостатком метода. Детали объекта изображаются по-разному в соответствии от расположения по отношению к наблюдателю, так что при передвижении объекта, даже самом минимальном, придется полностью перерабатывать изображение.

Это выдвигает особые требования к точности. Убедитесь, что все линии и элементы находятся в правильном положении. Используйте вспомогательные линии, чтобы проверить положение, так как любая перемещенная линия или эллипс могут полностью разрушить впечатление, созданное иллюстрацией. Это особенно значимо для сложных иллюстраций, на которых изображается несколько объектов (см. рисунки).



Отрисовка фотографии (phototracing)



Результат отрисовки

Вывод. Для отрисовки фотографий действует то же самое общее правило, что и для всех технических иллюстраций: изображайте только то, что необходимо, чтобы передать желаемый смысл, и опускайте ненужные детали, чтобы облегчить понимание изображения. Когда Вы закончили создавать иллюстрацию, удалите фоновый слой, содержащий фотографию, вместо того, чтобы скрыть его. Это позволит уменьшить объем иллюстрации.

РЕЗЮМЕ: УЗНАЙТЕ БОЛЬШЕ О ТЕХНИЧЕСКИХ ИЛЛЮСТРАЦИЯХ

Область применения технической иллюстрации продолжит расти и расширяться, поскольку увеличивается востребованность графики высокого качества для инструкций и документации. Владение передовыми технологиями и инструментами для создания технических иллюстраций позволит иллюстраторам производить высококачественные публикации за максимально короткое время.

Если вам нужна дополнительная информация по этой теме или вы хотите узнать больше о Arbortext IsoDraw, техническом решении для создания иллюстраций от РТС, посетите www.ptc.com или обратитесь к представителю компании «Ирисофт». ■

История развития техники показывает, что ее надежность во многом зависит от вибрационной доводки. Большая часть вибрационных дефектов деталей и узлов может быть успешно устранена еще на стадии проектирования за счет грамотного применения демпфирования колебаний с помощью специальных устройств – виброизоляторов и демпферов. Практика показывает, что традиционные средства вибрационной защиты – резиновые или резинометаллические амортизаторы, применяемые на судах, часто не обеспечивают снижения вибраций и ударов. Резина заметно изменяет свои упругодемпфирующие характеристики при изменении температуры, подвержена ускоренному старению под влиянием радиации, растворяется в химически агрессивных средах [3 – 5].

Опыт показывает, что более прогрессивными упругими элементами, из которых можно конструировать виброизоляторы, являются многослойные элементы с регулярной структурой – стальные канаты (тросы) [5, 10]. Имея распределенный по линиям или площадям контакт трения, такие виброизоляторы более стабильны в работе. Кроме того, регулярная структура упругих элементов способствует созданию более точных расчетных моделей виброизоляторов при их нагружении. Для более широкого анализа виброзащитных свойств и моделирования систем виброзащиты необходимо получить нагрузочные характеристики цилиндрических канатных виброизоляторов от действия продольных нагрузок, а также провести исследования влияния геометрических параметров канатных виброизоляторов на упругодемпфирующие свойства с применением теории планирования эксперимента.

Целью данной работы является установление закономерности влияния геометрических параметров упругого элемента канатного виброизолятора на его упругодемпфирующие свойства.

Исследование упругодемпфирующих свойств цилиндрических канатных виброизоляторов [10] проводилось путем снятия нагрузочной характеристики $P_2 = f(\delta)$, где P_2 – усилие нагружения, Н; δ – амплитуда деформации виброизолятора, мм, на установке статических испытаний (рис. 1).

В качестве объекта исследования был выбран приспособление (далее цилиндрический канатный виброизолятор – ЦКВ), которое в сборе представляет собой виброизолятор, состоящий из канатных полувитков (КПВ), активного и пассивного опорных элементов с крепежными средствами.

Работа устройства заключается в нагружении платформы 12 переменными

ИССЛЕДОВАНИЕ УПРУГОДЕМПФИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КАНАТНЫХ ВИБРОИЗОЛЯТОРОВ

М.А. Минасян, д-р техн. наук, проф. СПбГМТУ,
Ю.Н. Чиж, адъюнкт, Военно-морская академия им. Н.Г. Кузнецова,
контакт. тел. (812) 431 9408

грузами 11. Вследствие этого нагружения на активной опорной пластине виброизолятора возникает сила нагружения, зависящая от величины установленного

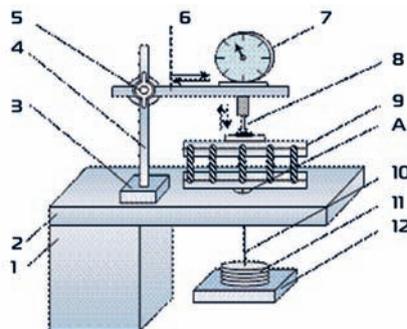


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для проведения статических испытаний канатного виброизолятора

1 – фундамент; 2 – балка; 3 – основание штатива; 4 – штатив; 5 – фиксирующий элемент; 6 – стержень; 7 – измерительный индикатор часового типа; 8 – измеритель-наконечник; 9 – испытываемый опытный образец; 10 – стержень; 11 – переменные грузы; 12 – платформа для грузов; А – отверстие

груза. Сила нагружения воздействует на верхнюю пластину канатного виброизолятора 9 через стальной стержень 6, преодолевая силы упругости и демпфирования канатных полувитков, создает деформацию (перемещение) испытываемого образца по оси z. После максимального нагружения виброизолятора с определенным шагом в каждом из экспериментов проводится разгружение в обратном порядке с установленным шагом. Данные по смещению и нагрузке при нагружении и разгрузке с определенным шагом заносятся в таблицу измерений, затем строят нагрузочную характеристику.

Последовательность проведения замеров определяется очередностью изменения прилагаемой нагрузки, создаваемого грузами 11 в зависимости от значения диаметра канатного элемента (d_k), а также количеством полувитков ($n_{пв}$). Для этого перед проведением эксперимента на опорных элементах на виброизолятора уста-

навливают спланированное количество канатных полувитков. После закрепления виброизолятора к балке 3 изменяют на заранее спланированную нагрузку. Наблюдателем считается результат с индикатора 7 и результаты заносятся в лабораторный журнал. При достижении максимальной величины планируемой нагрузки на датчике 7 производится его последовательное разгружение с определением смещения. Таким образом, осуществляется полный цикл «нагрузка – разгрузка» виброизолятора с определенным смещением образца по приложенной нагрузке. При проведении эксперимента количество циклов определяется последовательным анализом. Результаты последовательного анализа показали, что высокая воспроизводимость данных эксперимента существует при семи (не менее) повторах каждого опыта [7, 9].

В дальнейшем прилагаемое усилие к виброisolatorу определяется при измененной его жесткости, которое производится варьированием количества канатных полувитков и диаметра каната. Полученные результаты смещения в зависимости от нагрузки группируются в табличной форме, и строится нагрузочная характеристика (рис. 2).

Цель проведения эксперимента – получить графическую зависимость отклика от независимых факторов. Точность построения графической зависимости достигается уровнями варьирования факторов эксперимента, которая принимается равной трем [1, 2].

Эксперименты проведены на основе теории их планирования, что позволило минимизировать количество проводимых опытов [8].

Выходным параметром проводимых экспериментов, его функцией отклика выбран коэффициент поглощения ЦКВ при достижении им планируемой нагрузки 80 Н. Коэффициент поглощения рассчитывается по формуле

$$\psi = \frac{4S_{пв}}{S_{\Delta}}, \quad (1)$$

где $S_{пв}$ – площадь петли гистерезиса, выражающая необратимо поглощенную энергию за цикл колебаний; S_{Δ} – пол-

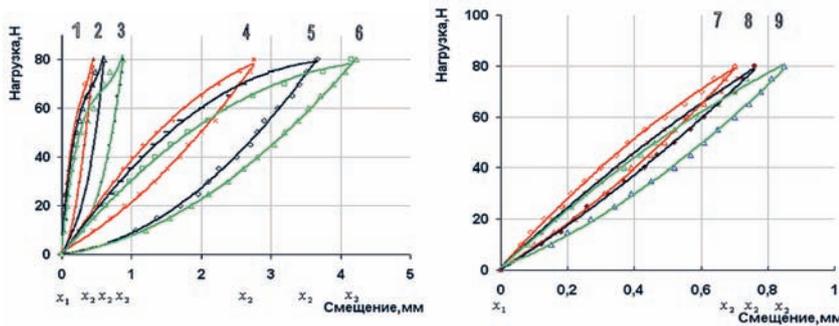


Рис. 2. Нагрузочные характеристики ЦКВ с характеристиками
 $1 - d = 5 \text{ мм}, n_{\text{пв}} = 9 \text{ шт.}, 2 - d = 5 \text{ мм}, n_{\text{пв}} = 8 \text{ шт.}, 3 - d = 5 \text{ мм}, n_{\text{пв}} = 7 \text{ шт.}, 4 - 7 \text{ мм}, n_{\text{пв}} = 9 \text{ шт.}, 5 - 7 \text{ мм}, n_{\text{пв}} = 8 \text{ шт.}, 6 - 7 \text{ мм}, n_{\text{пв}} = 7 \text{ шт.}, 7 - 9 \text{ мм}, n_{\text{пв}} = 9 \text{ шт.}, 8 - 9 \text{ мм}, n_{\text{пв}} = 8 \text{ шт.}, 9 - 9 \text{ мм}, n_{\text{пв}} = 7 \text{ шт.}$

ная работа за цикл деформации, равная площади треугольника под кривой нагружения по оси абсцисс.

Площадь петли гистерезиса вычислим с помощью определенного интеграла [6]

$$S_{\text{пр}} = \int_{x_1}^{x_2} f_1(x) dx - \int_{x_1}^{x_2} f_2(x) dx = \int_{x_1}^{x_2} [f_1(x) - f_2(x)] dx. \quad (2)$$

Для описания верхней и нижней кривых, ограничивающих экспериментально полученные петли гистерезиса, наиболее точной будет аппроксимация полиномом второй степени:

$$f(x) = ax^2 + bx + c. \quad (3)$$

Площадь, равная полной работе за цикл деформации, вычислим по формуле [6]

$$S_{\Delta} = \frac{1}{2}(x_2 - x_1)[y(x_2) - y(x_1)] = \frac{1}{2}(x_2 - x_1)[a_1(x_2^2 - x_1^2) + b_1(x_2 - x_1)]. \quad (4)$$

Значения коэффициентов $a_1, b_1, c_1, a_2, b_2, c_2$ и пределов x_1 и x_2 определялись для каждой экспериментальной петли.

Независимыми переменными, влияющими на функцию отклика, выбраны: диаметр каната и количество стальных канатных полувитков входящих в состав ЦКВ. Независимые элементы иначе факторы управляемы, независимы и совместимы.

Таким образом, количество факторов $n = 2$. Диапазоны варьирования факторов определяют область определения «отклика». Диапазон варьирования диаметра каната виброизолятора от 5 до 9 мм, уровни варьирования этого фактора 5, 7, 9. Диапазон варьирования количества полувитков виброизолятора от 7 до 9 мм, уровни варьирования этого фактора 7, 8, 9. Необходимое количество опытов, согласно [8] теории планирования экспериментов [8] определяется по формуле

$$N = n^k, \quad (5)$$

где n – количество уровней; k – количество факторов [1], количество экспе-

риментов при нагружении ЦКВ по оси z равно $N = 9$. Границы области исследования представлены в табл. 1.

Уровни факторов и интервалы варьирования

Уровень фактора	$d_k, \text{ мм}$	$n_{\text{пв}}, \text{ шт.}$
	x_1	x_2
Основной (z_0^j)	7	8
Интервал варьирования (Δz^j)	2	1
Верхний (+1)	9	9
Нижний (-1)	5	7

Таблица 1

Таблица 2

Результаты экспериментального исследования ЦКВ при нагрузке $P_z = 80 \text{ Н}$

№ п.п.	Независимые факторы		Значение отклика «х»
	$d_k, \text{ мм}$	$n_{\text{пв}}, \text{ шт.}$	Коэффициент поглощения
	x_1	x_2	y_i
1	5	9	2,3
2	5	8	2,45
3	5	7	2,66
4	7	9	1,4
5	7	8	1,87
6	7	7	1,89
7	9	9	0,83
8	9	8	0,93
9	9	7	1,02

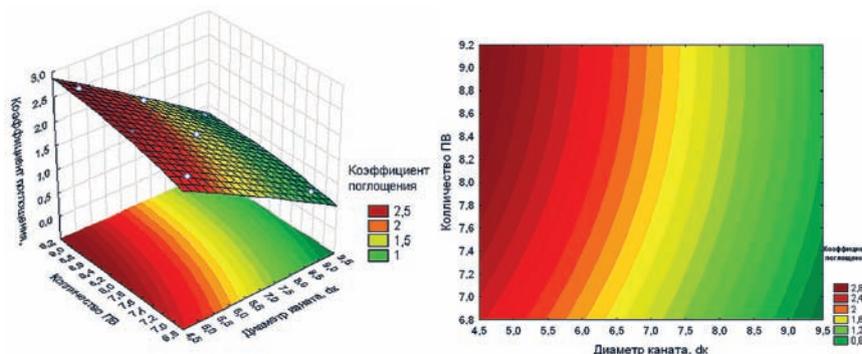


Рис. 3. Поверхность отклика зависимости диаметра каната, количества полувитков от коэффициента поглощения

Анализ данных (исходя из результатов обработки данных с помощью пакета программ Statistica) показывает, что между параметрами коэффициента поглощения и геометрическими параметрами упругого элемента ЦКВ существует сильная зависимость. Это обстоятельство позволило определить вид модели, рассчитать по формуле 6, оценить и по их результатам построить поверхность отклика (рис. 3) зависимости диаметра каната, количества полувитков от коэффициента поглощения при заданной нагрузке (80 Н):

$$y = 2,51 + 0,74d_k - 0,48n_{\text{пв}} - 0,06d_k^2 + 0,02d_k n_{\text{пв}} - 0,01n_{\text{пв}}^2. \quad (6)$$

С помощью пакета программ Statistica определяем, что коэффициенты

$d_k^2, d_k, n_{пв}, n_{пв}^2$ незначимы и их следует исключить из математической модели. После исключения незначимого коэффициента уравнение регрессии примет линейный вид

$$y = 2,51 + 0,74d_k - 0,48n_{пв}. \quad (7)$$

ВЫВОДЫ

В работе проведены экспериментальные исследования цилиндрических канатных виброизоляторов с различными геометрическими параметрами, их обработка с построением нагрузочно-гистерезисных характеристик и расчет коэффициентов поглощения.

На основе теории планирования эксперимента рассчитаны регрессионные модели в виде зависимости диаметра каната, количества полувитков от коэффициента поглощения и построены эти зависимости в осях координат «коэффициент поглощения – диаметр каната – количество полувитков».

Построенная регрессионная модель позволяет определить расчетным путем упругодемпфирующие свойства ЦКВ в рассмотренном диапазоне конструктивных и эксплуатационных параметров. Кроме того, созданная математическая

модель позволила выявить закономерность взаимосвязи геометрических параметров виброизолятора с его упругодемпфирующими свойствами.

В дальнейшем с помощью разработанной методики исследования, возможно рассматривать динамические характеристики канатных виброизоляторов с различными геометрическими параметрами. После получения и обработки таких данных возможен выбор оптимальных геометрических параметров канатных виброизоляторов в целях повышения их эффективности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Франковский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Изд-во АН СССР; 1976. – 279с.
2. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. – М.: Высшая школа, 1978. – 319 с.
3. Горелик Б.М., Рогова Л.В. Разработка метода ускоренного определения работоспособности резинометаллических пластинчатых виброизоляторов в процессе их старения // Каучук и резина. – 1961. – № 5. – с. 18 – 22.
4. Любчанская Л.И. и др. Старение резин в напряженном состоянии // Каучук и резина. – 1962. – № 1. – С. 23 – 29.
5. Минасян М.А. Методы снижения виброактивности корабельной дизельной энергетической установки. – СПб.: Изд. ВМА им. Н.Г.Кузнецова. – 2005. – 457 с.
6. Мулов Д.В. Экспериментальные исследования упругодемпфирующих свойств кольцевых канатных виброизоляторов. – Донбасс. – Изд-во ДГТУ. – 2008.
7. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экспериментальных экспериментов. – М., 1965.
8. РДМУ 109–77. Методические указания: Методика выбора и оптимизации контролируемых параметров технологических процессов. – М.: Изд-во стандартов, 1978. – 4 с.
9. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. – М.: Машиностроение, 1981. – 184 с.
10. Чегодаев Д.Е., Пономарев Ю.К. Демпфирование. – Самара: Изд-во СГАУ, 1997. – 334 с. ■

- Информационно-поисковая - система -

К  **рабсп.ру**

Судостроение. Судоходство. Судоремонт.

ЧЕСТНО О СУДОСТРОЕНИИ

Простейший электродный водоподогреватель (ЭВП) (рис. 1) представляет собой печь сопротивления [1]. Тепло выделяется в воде, в межэлектродном промежутке. Такие ЭВП широко распространены, они работают в составе замкнутых контуров для обогрева помещений, а в расходных режимах – для подогрева протекающей жидкости и получения влажного пара. В качестве теплоносителя используются токопроводящие жидкости: пресная вода, ПГВ, антифризы.

Преимуществами ЭВП перед другими водоподогревателями являются надежность, электро- и пожаробезопасность, высокий КПД, компактность.

В Филиале СПбГМТУ, в межкафедральной физико-энергетической лаборатории (ФЭЛ) «Севмашвуза», разработан, изготовлен и испытан отопитель корабельных и судовых помещений (рис. 2), который защищен свидетельством на полезную модель [2].

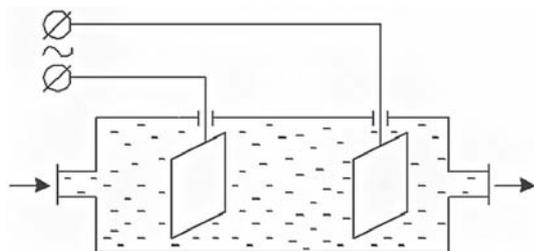


Рис. 1. Электродный водоподогреватель

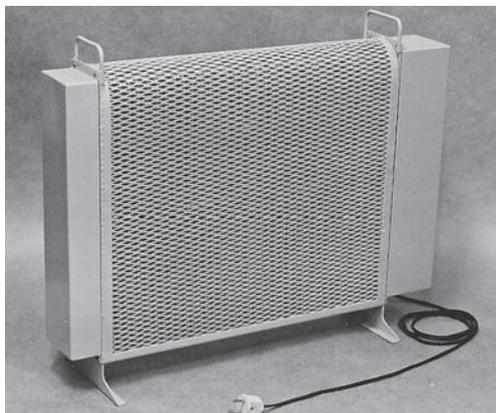


Рис. 2. Отопитель корабельных и судовых помещений

Его особенность – использование разработанных в ФЭЛ проницаемых электродов [3], проходя сквозь которые вода нагревается. Основой тепловой схемы отопителя, представленного на рис. 2, является контур естественной циркуляции (ЕЦ). Подогрев воды происходит в ЭВП, расположенном в нижней части подъемной ветви контура, его малая высота (65 мм) способствует получению большего движущего напора ЕЦ. Общий объем контура $V_k = 0,7$ л, он снабжен расширителем объемом $0,2 V_k$, мощность блока подогрева – 1 кВт, его диаметр – 70 мм. Контур ЕЦ располагается в сетчатом корпусе размерами $700 \times 450 \times 80$ мм.

Был изготовлен ряд вариантов, разработанный электродной группой, (табл. 1) и все они испытаны в ФЭЛ. Результаты испытаний приведены на рис. 3. Очевидно, что проницаемые электроды имеют высокую эффективность – получаемая мощность при прочих равных условиях примерно такая же, как и у сплошных электродов. Использование проницаемых электродов размерами 50×70 мм, кроме того, существенно расширяет возможности компоновки водоподогревателя.

ОБОГРЕВ КОРАБЕЛЬНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ЭЛЕКТРОДНЫМИ ВОДОПОДОГРЕВАТЕЛЯМИ

Е.М. Аин, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой,
А.Г. Горобец, канд. физ.-мат. наук, доцент, старший препод. кафедры,
В.В. Скляров, начальник цикла учебного военного центра, капитан 1 ранга,
 «Севмашвуз» – филиал СПбГМТУ, Северодвинск,
 контакт. тел. +7 952 253 0000

Таблица 1

Характеристики исследованных проницаемых электродов

Номер варианта электрода	Размер ячейки, мм × мм	Диаметр проволоки, мм
1	Сплошной	–
2	2 × 2	0,3
3	1,6 × 1,6	0,3
4	22 × 12	3,0

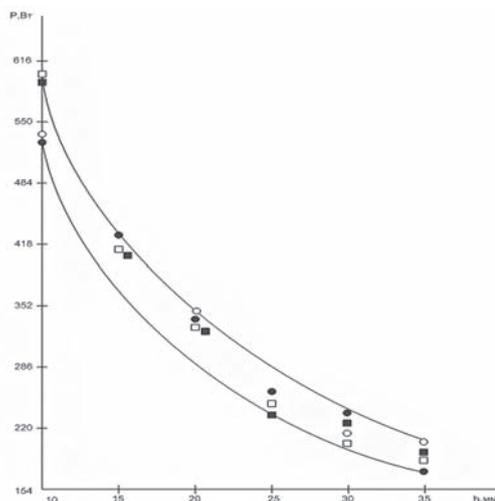


Рис. 3. Зависимость мощности P от межэлектродного расстояния h для различных типов электродов:
 ● – сплошной электрод (табл. 1, № 1);
 ■, □, ○ – электроды с различной степенью проницаемости (табл. 1, № 2 – 4).

Разработанный ЭВП работает в одно- и трехфазной электрических сетях. Во всех случаях контур ЕЦ изолируется от корпуса.

При испытаниях проверялась работа ЭВП и в особых режимах, в частности, изучался аварийный режим с потерей теплоносителя. Установлено, что при этом происходит безопасное прекращение работы отопителя.

Изучен также запуск при полностью замерзшем теплоносителе. Отопитель безаварийно входит в рабочий режим через короткое время.

Проведенные работы подтвердили перспективность данного отопителя для использования на кораблях и судах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Электротермическое оборудование: Справочник / Под общей ред. А.Б. Альгаузена. – М.: Энергия, 1980.
2. Нагревательная система: Свид. на полезную модель №15598. Приоритет от 15.11.99 г. / Е.М. Аин, А.В. Агеев, А.Г. Горобец, В.В. Скляр.
3. Заявка на изобретение (19)RU(11)95114849(13)A(51)6F2 4H1/20. Электродный водонагреватель / Е.М. Аин. ■

XIX в. был ознаменован коренным переворотом в области науки и техники, стремительным развитием промышленности (рис. 1). Эпоха деревянного флота с веслами и парусами заканчивалась.

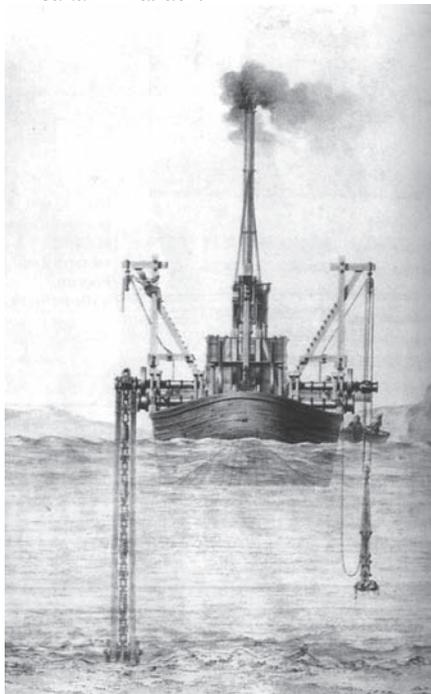


Рис. 1. Механическая землечерпалка, созданная А. Бетанкуром в 1809–1812 гг. Паровая машина для нее была изготовлена на Ижорском заводе.

Россия была одной из первых стран, где паровая машина стала использоваться на водном транспорте. В 1815 г. между Петербургом и Кронштадтом стал курсировать русский пароход «Елизавета», построенный на заводе Ч. Берда (1766–1843) в Петербурге. Он был оснащен паровой машиной мощностью 16 л.с. (рис. 2).

В 1825 г. был построен первый военный пароход «Метеор» на Черном море, а в 1826 г. – «Ижора» на Балтике. Темпы развития парового судостроения в России были значительно ниже, чем за границей. Для сравнения, в Англии еще до начала Крымской войны (1853–1856 гг.) была создана вспомогательная эскадра из паровых судов, которые назывались «пароходофрегатами». С 1835 по 1844 г. в Англии было построено 25 пароходофрегатом с машинами от 150 до 400 ном. сил и скоростью 8–10 уз. В Америке в 1840 г. был спущен на воду первый винтовой фрегат «Princeton», который развивал скорость 14 миль/ч [1, с. 405–408].

Для развития военного судостроения в 1842 г. был учрежден особый Пароходный комитет. В его обязанности входило рассмотрение, исправление чертежей всех паровых судов, а также обсуждение и испытание проектов относившихся к пароходостроению. В 1856 г. этот коми-

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА КОТЛОВ В СУДОСТРОЕНИИ (СЕРЕДИНА XIX - НАЧАЛО XX ВВ.)

Е.Н. Елисеева, аспирант ПГУПС, контакт. тел. (812) 393 3764

тет вошел в ведение Кораблестроительного департамента и Кораблестроительного технического комитета.

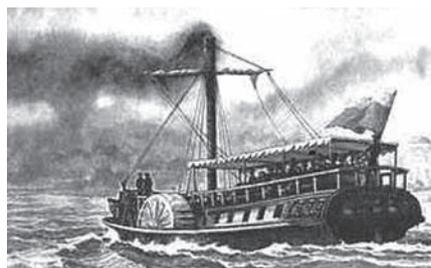


Рис. 2. Пароход «Елизавета», 1815 г.

К началу Крымской войны на вооружении русского флота было лишь 63 паровых колесных* корабля. Россия не имела ни одного винтового судна, и лишь восемь винтовых кораблей находилось на стапелях адмиралтейств. В то же время как в Англии и Франции паровые суда составляли значительную часть каждой эскадры. Больше число пароходофрегатом, состоящих на вооружении в России, были построены в Англии. Паровые машины также изготавливались за границей.

Крымская война показала необходимость перехода от паруса и весел к паровому двигателю и гребному винту, от деревянного корпуса судна – к металлическому. В период войны было положено начало независимости отечественного судостроения от зарубежного. Так, в отчете по Морскому ведомству за 1855 г. говорилось, «что вследствие переворота, произведенного во флотах всех наций введением винтового двигателя, все прежние парусные суда наши должны быть заменены судами паровыми, и что морскому управлению предстоит уже не прежний флот поддерживать, но создать новый винтовой флот...» [2, с. 1]. Только с заключением мира в 1856 г. эта задача стала разрешимой. К концу 1855 г. паровой флот состоял из: корабля «Выборг», фрегата «Полкан», 10 колесных пароходо-фрега-

* Единственное винтовое судно «Архимед», построенный в 1848 г., разбился в 1850 г. Лишь в 1854 г. в составе Балтийского флота появился винтовой фрегат «Полкан».

тов, 43 пароходов, шхуны, 40 винтовых канонерских лодок, а к концу 1858 г. на вооружении военного флота стояло уже 183 паровых судна [3, с. 3]. С 60-х гг. XIX в. большинство винтовых фрегатом и корветом были отечественного производства и изготовлены по отечественным чертежам и из русских материалов. С 1856 по 1863 г. было построено 26 военных паровых судов, из них только пять иностранного производства. Но поспешность, с которой в период войны изготовляли корабли и механизмы, новизна дела для заводов, недостаток механических средств и хорошего материала, отсутствие крупных частных судостроительных и механических заводов не способствовали качеству судов и их механизмов. Кроме того, их постройка на своих заводах обходилась дороже, строились они медленно и затем требовали переделок. При описании достоинств и недостатков отечественных паровых судов в уже упомянутом отчете говорилось, что «машины русския, высокого давления, весьма удовлетворительны, но котлы ненадежны и весьма недолговечны» [4, с. 110]. Поэтому перед Морским ведомством стояла задача обеспечить производство качественных механизмов и разработать технологию контроля качества в процессе их эксплуатации. Эта задача была возложена на Морской технический комитет** (1867–1911), который осуществлял научно-техническое руководство по построению кораблей, механизмов, портов, судостроительных заводов, занимался рассмотрением проектов и предложений по этим направлениям; наблюдал за их исполнением; следил за техническим состоянием флота и его развитием. Одной из функций МТК было утверждение технических условий на поставку и испытание котельной, судостроительной, заклепочной стали; инструкций и правил по освидетельствованию котлов и корпуса судна.

** В 1911 г. на основе Главного управления кораблестроения и снабжения и МТК было образовано Главное управление кораблестроения Морского министерства, которое действовало вплоть до 1918 г.

Правила устройства, содержания и освидетельствования паровых котлов торговых судов разрабатывались Главным управлением торгового мореплавания и портов; котлов военных кораблей – Морским министерством, а котлов, принадлежавших железным дорогам, подъездным путям, судам на внутренних водных линиях – Министерством путей сообщений.

ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ ПАРОВЫХ КОТЛОВ СУДОВ, ПЛАВАЮЩИХ ПО ВНУТРЕННИМ ВОДНЫМ ПУТЯМ

Государственный надзор за паровыми котлами был установлен законом 1843 г., когда в «Устав о промышленности фабричной и заводской» было введено требование о соблюдении особых правил предосторожности при обращении с паровыми котлами. Но с конца 70-х гг. XIX в. правила устройства, содержания и освидетельствования паровых котлов, принадлежавших железным дорогам, подъездным путям, судам на внутренних водных линиях разрабатывались Министерством путей сообщений (МПС).



Рис. 3. Башенный фрегат «Адмирал Лазарев», 1868 г.

В 1877 г. были разработаны и опубликованы правила управления и ухода за машинами и котлами паровых судов, принадлежавших МПС. По этим правилам, в продолжение первых шести месяцев работы паровых котлов их следовало осматривать изнутри «так часто, как только можно, для удостоверения, не началось ли в каких-либо частях их разъедания железа ржавчиною» [5, с. 123]. С той же целью осматривались и внутренние части котла не реже одного раза в месяц. При осмотрах особое внимание должно было быть уделено исправности внутренних трубок, чистоте отверстий для выхода пара. Такие же правила существовали для судов военного назначения (рис. 3).

В 1890 г. в составе МПС была образована Заводская инспекция в составе девяти заводских инспекторов и десяти заводских десятников, состоявшая в ведении Главного заводского инспектора*. На заводских инспекторов возлагалось

* На должности главного заводского инспектора был оставлен состоящий по Морскому министерству сотрудник Морского ученого комитета, статский советник инженер-технолог Д. Чернов.

наблюдение за правильным изготовлением железнодорожных принадлежностей и их прием на заводах-изготовителях. К категории изделий, подлежащих освидетельствованию, относились котлы, рельсы и их скрепления, переводы, мосты, виадук, паровозы, бандажы, оси и т.д. [6, с. 96]. С 1895 г. надзор за паровыми паровыми котлами был сосредоточен в МПС (ранее в Министерстве финансов). Пароходные техники, осуществлявшие надзор за пароходными котлами, стали подчиняться МПС. Причем для освидетельствования котлов на судах, плавающих по внутренним водам, были привлечены инженеры и техники железных дорог, преимущественно из числа инженер-механиков железнодорожных мастерских [7, л. 10]. Общее руководство по надзору за пароходными котлами возлагалось на Главную инспекцию железных дорог, шоссейных и водяных сообщений. При этом испытание металлических изделий для водяных и шоссейных сообщений и портов тоже могло быть поручено заводским инспекторам, по соглашению Департамента водяных и шоссейных сообщений с Главной заводской инспекцией. В 1899 г. Заводская инспекция была преобразована в отдел по освидетельствованию и испытанию заказов министерства и паровых котлов на судах. Реорганизация Заводской инспекции была вызвана интенсивным развитием железнодорожной сети, ростом производительности заводов, производивших железнодорожные принадлежности. Поэтому для улучшения качества заводского производства был увеличен состав и изменен круг деятельности этой инспекции. Надзор за паровыми котлами был сосредоточен в особой части – отделе по освидетельствованию паровых котлов [8, л. 160б.]. В результате реорганизации МПС и образования котлового отдела процент неисправностей паровых котлов стал понижаться. Так, количество котлов, удовлетворяющих техническим правилам составляло 67,16% общего числа произведенных освидетельствований в 1900 г., а в 1903 г. – 80,37%.

Очередные правила относительно устройства, установки и освидетельствования паровых котлов были утверждены министром финансов в 1890 г. Они применялись ко всем паровым судам, кроме судов военного флота.

Надзор за паровыми и неподвижными паровыми котлами железных дорог, а также котлов, находящихся на частных паровых судах, плавающих по внутренним водным путям (рекам, озерам, каналам), был в ведении МПС. Непосредственный надзор за котлами входил в обязанности губернских инженер-механиков.

Техническое освидетельствование котла (рис. 4) состояло из наружного

и внутреннего осмотров. Наружное освидетельствование должно было производиться раз в два года, а внутреннее – для каждого вновь установленного котла и затем возобновлялось через каждые шесть лет или ранее, смотря по состоянию. Кроме того, внутреннее освидетельствование котлов проводилось после каждого значительного исправления, т.е. в тех случаях, когда котел был снят с места, была вынута внутренняя жаровая труба, заменен один или несколько листов.

Наружное освидетельствование выполнялось без остановки действия кот-

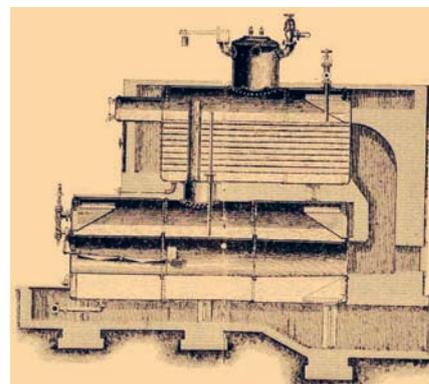
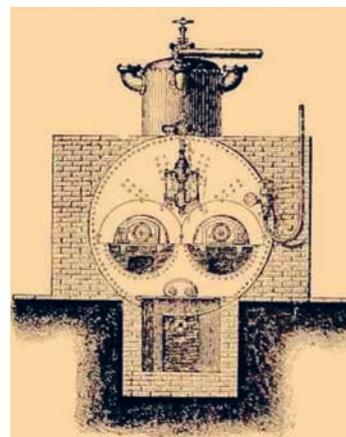


Рис. 4. Пароходные котлы, 1900-е гг.

ла. При этом обращалось внимание на помещение котла, состояние питательных и водоуказательных приборов, манометров, предохранительных клапанов, устройство и состояние топки. Внутреннее освидетельствование включало осмотр всех устройств и помещения котла. Особенно тщательно осматривались стенки котла, заклепки, связи, дымогарные, питательные и паровые трубки. Кроме того, испытывалась прочность стенок котла посредством гидравлического давления. Если паровой котел был изготовлен для работы при действительном давлении** не превосходящем 1 атм, то пробное действительное давление назначалось в 3 раза больше того наибольшего давления, при котором котел должен был работать. Если рабочее давление не превосходило 5 атм, ** Действительное давление определялось как разность внутреннего давления и внешнего атмосферного.

то пробное назначалось в 2 раза сильнее, но не менее 3 атм. В иных случаях пробное давление назначалось на 5 атм больше рабочего. Пробное давление подерживалось столько времени, сколько было необходимо для тщательного осмотра котла. Если при осмотре в котле не оказывалось признаков разрушения или заметных изменений, остающихся по окончании испытания, не было течи, то считалось, что котел успешно выдержал испытание [9, с. 814–823].

С передачей надзора за пароходными котлами в ведение МПС были разработаны временные правила испытания и освидетельствования пароходных котлов, утвержденные 29 марта 1895 г. Для осуществления пробы или осмотра котлов паровых судов, плавающих по внутренним водным линиям, пароходовладельцы должны были обращаться к местному начальнику судоходной дистанции. В случае, когда паровые суда зимовали в морских портах, то и руководил освидетельствованием капитан над портами. При поступлении заявок на освидетельствование котлов начальник дистанции запрашивал начальника соответствующей железной дороги о командировании техника* для осуществления пробы. Для сокращения разъездов техников как можно большее число котлов, требующих освидетельствования, сосредотачивались около железнодорожных мастерских. Техник должен был за одну поездку освидетельствовать все котлы, предъявленные к пробе в данной местности. Испытания и сроки их проведения регламентировались Правилами 1890 г. [10, с. 455–461].

Опыт применения этих правил оказался удовлетворительным, благодаря привлечению к освидетельствованию котлов техников железнодорожных мастерских. За навигацию было выполнено 1012 освидетельствований [11, с. 236]. Но большое количество котлов не удовлетворили Правилами 1890 г., главным образом, несоответствия этим правилам их арматуры, водомерных приборов, из-за отсутствия контрольных манометров и предохранительных клапанов. Кроме того, в донесениях техников указывалось на сильную изношенность котлов, недостаточность ухода за ними, конструктивные недостатки и незапланированные изменения конструкции котлов. Поэтому в 1896 г. были разработаны и утверждены Временные правила испытания и освидетельствования паровых котлов. Их отличием было введение обязательного для выполнения владельцами судов условия о подготовке котлов к испытаниям.

С 1902 г. чиновники по освидетельствованию и испытанию паровых котлов на судах стали подчиняться начальнику

* Техники, которые производили освидетельствования, должны были иметь высшее техническое образование и опыт испытания котлов.

Управления водяных и шоссейных сообщений и торговых портов.

Временные правила об освидетельствовании судов, плавающих по внутренним водным путям, были утверждены в 1903 г. министром путей сообщения по согласованию с МВД, МФ, юстицией и Главным управлением торгового мореплавания и портов. Суда освидетельствовались особыми комиссиями, в состав которых входили представители Округа по техническому надзору за водными путями, представители Округа путей сообщения по судоходному надзору, техника, специалиста по машиностроению. Освидетельствование разделялось на чрезвычайное и обыкновенное, которое, в свою очередь, делилось на первоначальное и очередные. Чрезвычайные испытания назначались начальником Округа ПС или председателем комиссии после капитального ремонта или назначенных комиссией незначительных исправлений судна или механизмов. Все суда с механическими двигателями и непаровые суда, предназначенные для перевозки пассажиров, подвергались обыкновенным освидетельствованиям. Очередные испытания судна назначались через каждые шесть лет, а подводной части судна – через девять лет [12, л. 41в].

ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ КОТЛОВ ТОРГОВЫХ СУДОВ (МОРСКИХ И РЕЧНЫХ)

В 1902 г. возник вопрос о выработке правил осмотра российских торговых судов. Тогда же Главноуправляющим торговым мореплаванием и портами** была создана комиссия для разработки этих правил. В 1905 г. на основании разработанного комиссией проекта были опубликованы правила «Об осмотре российских торговых судов и их механизмов». По этим правилам все торговые мореходные суда должны были подвергаться осмотру комиссии, состоящей из чинов Управления по окончании их постройки, после приобретения судна иностранного производства, после капитального ремонта или незначительных изменений судна, а также в тех случаях, когда есть сомнения в его благонадежности.

Цель освидетельствования паровых котлов – «приведение в известность состояния котла во всех его частях, а потому, кроме осмотра, прочность его частей и соответствующее прочность, безопасное рабочее давление пара, должны быть определены техником вычислениями сообразно крепости связей, толщины листов и пр. в зависимости от качества работы и материала» [13, с. 4]. Осмотр производился пароходными техниками, назначаемыми начальником порта, в присутствии командира судна. Каждый

** Главное управление торговым мореплаванием и торговыми портами было образовано в 1902 г., а уже в 1905 г. вошло в состав Министерства торговли и промышленности.

вновь установленный на плавучем средстве котел допускался к работе только после освидетельствования правительственным техником. Котлы, находящиеся в эксплуатации, подвергались периодическому осмотру. Проводилось как наружное, так и внутреннее техническое освидетельствование котлов. Наружное освидетельствование проводилось каждые два года и после каждой зимней и летней стоянки судна, если котел не работал более трех месяцев, а внутреннее – каждого вновь установленного котла, затем через шесть лет, а впоследствии через каждые четыре года. Освидетельствование строящихся на заводах котлов и материалов, идущих на их производство, осуществлялось лицами, назначаемыми инспекцией Главного управления торгового мореплавания и портов.

Наружное освидетельствование водотрубных*** котлов проводилось ежегодно и заключалось в поверхностном осмотре котла и его помещений, в правильности действий котельных приборов. Внутреннее освидетельствование водотрубных котлов производилось для каждого вновь построенного котла, а затем возобновлялось через каждые 2 года. При этом действие котла останавливалось и выяснялось состояние металла котла, трубок и резервуаров, на правильность действия приборов. К таким испытаниям относится испытание прочности котла гидравлическим давлением, которое назначалось в 2 раза больше рабочего давления пара. Гидравлическое давление, которым испытывался котел, определялось с помощью выверенного манометра. Давление при испытании поддерживалось от 5 до 15 мин. В течение этого времени осуществлялся тщательный осмотр всех частей котла. Котел признавался выдержавшим испытание, если в нем не оказывалось признаков разрыва, не замечалось изменений, остающихся после окончания испытаний, течи. При этом выход воды через швы и заклепки в виде мелкой пыли или мелких капелек не считались течью [14, с. 195]. При этом нагрузка на предохранительные клапаны котлов, находящихся в эксплуатации не должна быть меньше половины первоначальной наибольшей нагрузки, определяемой для каждого нового котла в случае грузового парохода и двух третей – для пассажирских. Если в результате гидравлической пробы или испытания сверлением дыр нагрузка должна была быть уменьшена за эти пределы, то котел исправлялся или заменялся новым. Если при освидетельствовании котлов обнаруживались дефекты, то его действие

*** У огнетрубного котла основная нагревательная поверхность состояла из трубок, омываемых изнутри газами, а вода находилась снаружи трубок. В водотрубных котлах вода находилась в трубках, а газы омывали эти трубки снаружи.

приостанавливалось, а после устранения неисправности котел снова подвергался освидетельствованию.

Наружное освидетельствование отнетрубных котлов производилось ежегодно и дополнительно после каждой зимней стоянки судна, если котел не был под парами. Их осматривали внутри и снаружи при выпущенной воде, а затем во время его действия.

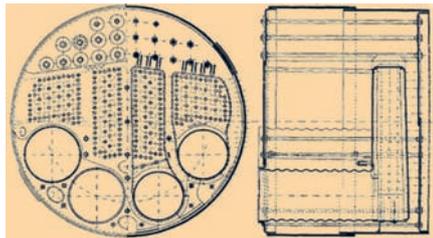


Рис. 5. Цилиндрический котел

Внутреннее освидетельствование производилось для каждого вновь построенного котла, затем должно было повторяться через шесть лет, а впоследствии через четыре года, а также после значительных исправлений котла (если была вынута топка, произведена замена листов котла, или четверть дымогарных трубок, если поверхность нагрева подвергалась значительному перегреву). При этом котел подробно осматривался внутри и снаружи, прочность его стенок и связей определялась «вычислением по действительному состоянию их» [15, с. 109], а затем проводилось гидравлическое испытание. Если рабочее давление не превышало 5 атм, то при гидравлической пробе давление назначалось вдвое больше, а при превышении 5 атм – на 5 атм более рабочего. Особое внимание уделялось состоянию стенок корпуса, топков, огневых ящиков, состоянию заклепок и швов, дымогарных трубок. При подготовке к осмотру топки должны были быть очищены от золы и окалины, а котел внутри – от накипи и грязи, наружная обшивка котла снималась.

Проверка прочности котла, уже бывшего в употреблении, определялась вычислениями, которые производились техником на основании измерений размеров котла. Только после этого котел подвергался гидравлическому испытанию. Если были известны данные заводских испытаний материалов, из которых был изготовлен котел, рабочее давление назначалось согласно вышеупомянутым вычислениям, а для остальных – согласно их состоянию. Толщина стенок котлов, уже бывших в употреблении, определялась просверливанием листов. Состояние связей в котлах определялась высверливанием или вырубкой распорных болтов.

Для определения прочности цилиндрической части корпуса котла пользовались формулой

$$p = \frac{C \times t \times B}{D}$$

Здесь p – рабочее давление пара, фунт/дюйм²; C – коэффициент, величина которого зависит от способа склейки и толщины листов; t – толщина листов, в дюймах; D – средний диаметр корпуса котла; B – наименьшая прочность продольных швов.

Если цилиндрический корпус котла был сделан из литого железа, то использовалась формула

$$p = \frac{C \times (T - 2) \times B}{D}$$

где T – толщина листа корпуса котла в шестнадцатых долях дюйма.

При постройке новых котлов или их капитальном ремонте присутствовал инженер, назначенный Инспекцией Главного управления торгового мореплавания и портов. При этом инженер руководствовался теми правилами осмотра, согласно которым строился котел, а именно: Британский Ллойд, Германский Ллойд, Бюро Веритас, Норвежский Веритас.

Стенки котлов, находящихся в соприкосновении с продуктами горения, должны были изготавливаться из сварочного железа или литого не закаливающегося железа (стали). Материал, который использовался для изготовления котлов, должен был проходить испытания с целью контроля его качества на заводах-изготовителях. Заводчики при этом должны были руководствоваться правительственными инструкциями относительно испытания материалов. Так, например, по правилам осмотра, классификации и постройки речных и озерных судов Германского Ллойда от 1902 г. сварочное железо, предназначенное для постройки котлов, должно было выдержать испытания на разрыв, на изгиб в холодном и горячем состоянии, пробу на ковкость. Для котельной стали предусматривались испытания на разрыв и изгиб в горячем состоянии [16, с. 64–67].

ВЫВОДЫ

1. Контроль качества паровых котлов осуществлялся на стадиях производства и эксплуатации. Производственный контроль разделялся на контроль заготовок (испытания образцов сварочного и литого железа, идущих на изготовление котла, на разрыв и изгиб в горячем и холодном состоянии), и приемочный контроль продукции после ее изготовления (испытание гидравлическим давлением).

2. Основным недостатком освидетельствования заготовок, идущих на изготовление котла, был выборочный характер контроля. Например, испытаниям подвергалась лишь 5% листов сварочного железа из всей партии. Классификация дефектов металлических заготовок не производилась, хотя она является необходимой для их обнаружения не только при производстве, но и в процессе эксплуатации.

3. Важно отметить начало внедрения расчетных способов оценки прочности котлов. Используемые формулы настолько хорошо отвечают требованиям научной методики, что они до сих пор используются в судостроении.

4. Эксплуатационный контроль заключал в себе входной (при установке нового котла, он подвергался осмотру и испытанию гидравлическим давлением, если не было документов с завода-изготовителя о соответствующих испытаниях) и текущий (периодические наружный и внутренний осмотры и испытание гидравлическим давлением).

5. Методы контроля качества в судостроении и на железнодорожном транспорте имеют много общего. В ходе исторического развития конкретные технологии в этих отраслях развивались и взаимно обогащались, чему способствовала разработка Правил освидетельствования паровых котлов на судах, плавающих по внутренним водным линиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обзор деятельности морского управления в России в первое двадцатипятилетие благополучного царствования Государя Императора Александра Николаевича (1855–1880 гг.) / Сост. К.А. Манн. – Ч. 1. – СПб., Типография Морского мин-ва, 1880. – 592 с.
2. Отчет по Морскому ведомству за 1856, 1857 и 1858 годы. – СПб., Морское мин-во, 2 изд., 1860. – 377 с.
3. Сборник циркуляров и распоряжений правительства, касающихся судостроения с 1843 по 1904 г. с решениями правительствующего сената. – Казань, 1904 г. – 953 с.
4. Сборник технических условий, правил и инструкций, изданных Министерством гутей сообщения, для приемки железнодорожных принадлежностей / Сост. П.В.Кубасов. – СПб., 1898 г., 286 с.
5. РГИА 1905. Ф.188. Оп. 2. Д. 359.
6. Журнал МПС, Ч. 1, 1895, с.985., №10, с.428–471.
7. Вестник МПС, 1896, 1446 с., №10, с.203–246.
8. РГИА 1903. Ф.153. Оп. 1. Д. 702.
9. Осмотр российских торговых судов и их механизмов. – Тр. отдела торговых портов. – Вып. XIV: Положения об осмотрах с приложением технических подробностей / Сост. инспекторы торгового мореплавания и портов Р.М.Ловягин, Г.М. Молодежников. – СПб., 1905. – 217 с.
10. Германский Ллойд. Правила осмотра, классификации и постройки речных и озерных судов. Железные и стальные суда., 1902, 67 с. ■

Рецензент: **Б.А. Царев**,
д-р техн. наук, проф.

Торпеда – одно из самых старых видов оружия в арсенале флота (изобретена более 140 лет тому назад) и остается одним из наиболее смертоносных видов противолодочного оружия. Для подводных лодок (ПЛ) она представляет значительно большую угрозу, чем другие виды оружия.

Существующие торпеды являются высокоточным, быстродействующим видом оружия, характеризующимся большими дальностью и временем действия, высокой скоростью хода (особенно на конечном участке атаки). Их системы наведения имеют высокую чувствительность, значительные информационно-вычислительные ресурсы и широкие функционально-логические возможности, включая возможности программирования взаимодействия торпеды со средствами противодействия. Это обеспечивает широкое многообразие способов и тактических приемов их применения.

Торпеды делятся на тяжелые и легкие (малогабаритные) и используются в противолодочной войне как наступательное оружие. На большинстве современных торпед используется активное и пассивное акустическое самонаведение или самонаведение по кильватерному следу (КС). Кроме того, большинство тяжелых торпед (ТТ), а также и легкие торпеды (ЛТ) Швеции типа ТР 42 – ТР 43, имеют телеуправление (ТУ) от носителя по медному, а новейшие – по волоконно-оптическому проводу, что позволяет значительно повысить их управляемость и помехоустойчивость [1].

Уменьшение первичного гидроакустического поля (ПГАП) ПЛ очень затруднило их обнаружение акустической системой самонаведения (АССН) торпеды в пассивном режиме (ПР). Поэтому в настоящее время торпедная атака ПЛ в подводном положении осуществляется, как правило, при работе АССН в активном режиме (АР).

Защита от торпед представляет собой сложную проблему. ПЛ, атакованная торпедой, может выполнить единственное действие: попытаться избежать этого весьма опасного удара любыми мерами и средствами как можно быстрее и эффективнее. Прежде всего нужно убедиться в том, что ПЛ атакуется торпедой. Это требует зоны обзора гидроакустических средств обнаружения ПЛ не менее 360°, очень низкого процента ложных тревог, в высшей степени автоматизированного функционирования и дальности поиска, достаточно большой, чтобы иметь время для реализации мер противодействия. Дальность, однако, зависит не только от характеристик гидроакустической системы обнаружения, но и от сильно меняющихся и часто непредсказуемых факторов, таких как гидрология, скорость ПЛ и уровень шума, излу-

ПРОТИВОТОРПЕДНАЯ САМОБОРОНА ПОДВОДНЫХ ЛОДОК ИНОСТРАННЫХ ГОСУДАРСТВ

А.А. Бараненко, д-р техн. наук, проф., контр-адмирал в отставке, главный науч. сотрудник,

И.Г. Корж, канд. техн. наук, капитан 1 ранга в отставке, науч. сотрудник, НИЦ РЭВ ВМФ,

контакт. тел. +7 921 4041464

чаемого торпедой. Кроме того, широкое применение по ПЛ находят ЛТ, носителями которых являются надводные корабли (НК), самолеты, вертолеты и противолодочные управляемые ракеты (ПЛУР). Авиационные и ракетные торпеды обычно приводняются на весьма малых дистанциях от ПЛ – от одной до нескольких сот метров и ведут ее поиск в АР работы АССН, двигаясь по круговой спиральной, расходящейся по глубине и в горизонтальной плоскости, траектории. В таких случаях на обеспечение применения средств противоторпедной защиты (ПТЗ) остается слишком мало времени [2].

Несмотря на активные исследования в области создания и применения средств ПТЗ, в частности, средств гидроакустического подавления (ГПД), до настоящего времени среди специалистов не существует единого подхода и видения действительно высокоэффективной системы ПТЗ. Кроме того, постоянное расширение возможностей систем наведения торпед снижает эффективность применения средств ГПД, что обуславливает необходимость их постоянного совершенствования.

Вместе с тем, согласно оценкам иностранных специалистов, из-за технических и физических особенностей, применение средств ГПД эффективно только против торпед с АССН. При использовании торпед с другими системами наведения (например, самонаводящихся по КС) или обладающих относительно простыми тактическими приемами, основанными на случайном и программном выборе моделей поиска и атаки, эффективность применения средств ГПД значительно снижается.

Результаты комплексных исследований, выполненных в последнее десятилетие, показывают, что лишь комплексное применение средств ГПД и средств поражения (антиторпед) против атакующих торпед разных типов обеспечивает значительное повышение защищенности ПЛ. Поэтому основные усилия

специалистов ведущих морских держав сосредоточены в области создания комплексных систем ПТЗ [3].

В целях лучшего понимания оперативно-тактических и технических проблем, связанных с созданием эффективной системы ПТЗ, необходимо комплексно учитывать сценарии боевого применения торпедного оружия и систем ПТЗ.

В общем случае применение средств ПТЗ характеризуется следующими этапами:

1) выявление признаков применения торпед на основе комплексной обработки результатов гидроакустического наблюдения;

2) классификация контактов, распознавание атакующих торпед и определение параметров их движения;

3) выполнение процедур уклонения и комплексного применения средств ПТЗ в случае подтверждения угрозы торпедной атаки.

От степени полноты и достоверности информации о характере опасности, прежде всего о типе атакующей торпеды, дистанции до нее и на параметрах ее движения, во многом зависит, какие действия и в какой последовательности будут предприняты, какие средства ПТЗ применены.

За небольшим исключением, существующие рекомендации и сценарии применения торпедного оружия и, соответственно, средств ПТЗ были разработаны и рассматривались применительно к океанским или морским операционным зонам с большими глубинами. Однако произошедшие за последние десятилетия изменения в военно-стратегической обстановке обусловили перемещение активных действий на море в прибрежные зоны с малыми и сверхмалыми глубинами. Своевременное обнаружение идущих торпед – очень сложная задача в любых, даже самых благоприятных условиях, а в сложных гидролого-акустических условиях прибрежных районов она становится трудно выполнимой задачей.

Кроме того, эффективно действующие системы ПТЗ ПЛ должны иметь существенные отличия, которые объясняются особенностями применяемых против них торпед. В частности, против ПЛ применяются в основном ЛТ, методы наведения и принцип поражения которых имеют свои особенности.

Конечно, ПЛ может подвергнуться атаке с применением и тяжелых торпед (ТТ), что обуславливает некоторые отличия тактико-технических требований (ТТТ) к создаваемым для ПЛ системам ПТЗ.

В большинстве сценариев противолодочных действий в качестве основной угрозы для ПЛ рассматривается вариант применения ЛТ с борта самолетов и/или вертолетов базовой патрульной или корабельной противолодочной авиации непосредственно в районе нахождения атакуемой ПЛ с дистанции, не превышающей несколько сот метров.

Сразу после приводнения торпеды начинается программно-управляемый поиск цели в АР. При обнаружении цели торпеда, как правило, увеличивает скорость хода до максимально возможной и изменяет траекторию движения в соответствии с выбранной моделью наведения и атаки. В случае потери цели или промаха практически все торпеды имеют возможность выполнения повторного поиска и атаки. При этом осуществляется адаптивное (в зависимости от информации, накопленной о цели и окружающей среде) программное управление формированием излучаемых и обработкой принимаемых сигналов.

В целях недопущения обнаружения ПЛ вынуждена двигаться со скоростью малого или самого малого хода (ок. 3 уз) или даже ложиться на грунт, используя свои гидроакустические средства (ГАС) только в ПР. В целом время ответной реакции средств самообороны ПЛ при внезапном обнаружении атакующей малогабаритной торпеды не превышает одной минуты.

Тяжелые торпеды применяются против ПЛ в основном скрытно, с борта другой ПЛ с больших дистанций, наводятся с использованием ТУ и ведут поиск цели в ПР. Поскольку переключение АССН малозумной торпеды на АР осуществляется только по команде дистанционного управления или в случае программно-управляемого поиска бортовой ЭВМ, ее обнаружение затруднено и происходит на очень малых дистанциях.

Тактико-технические характеристики (ТТХ) ТТ могут различаться. Существующие торпеды этого типа, как и современные ЛТ, могут двигаться с переменной скоростью, а на конечном участке атаки с очень высокой. Они оснащены АССН, работающими в АР, ПР или комбинированном режиме с мно-

голучевой характеристикой направленности (ХН) акустических фазированных антенных решеток (ФАР). Также, при использовании большинства ТТ, предусматривается применение ТУ по волоконно-оптическим линиям связи или проводам, что обеспечивает значительное уменьшение ошибок и повышает надежность наведения торпеды даже в условиях интенсивного противодействия.

При использовании торпед любого типа с надводного корабля (НК) экипаж ПЛ имеет, как правило, запас времени и возможности, достаточные для уклонения или противодействия.

В целом сценарий ПТЗ ПЛ характеризуется следующими особенностями:

- малые дистанции обнаружения атакующих торпед;
- высокая скорость торпед на конечном участке наведения с большим запасом хода, широкими тактическими, поисковыми и информационно-вычислительными возможностями высокого уровня сложности, а также возможностью выполнения, в случае промаха, повторного поиска;
- малое время для ответной реакции средств ПТЗ ПЛ;

– необходимость решения задач ПТЗ ПЛ в трехмерном пространстве.

Согласно оценке западных специалистов, усилия по совершенствованию ПТЗ ПЛ должны сосредотачиваться на следующих четырех областях технологий:

- радикальное снижение уровней физических полей, прежде всего - гидроакустических (первичного и вторичного), благодаря широкому применению элементов технологии «стелс», звукоизолирующих и вибродемпфирующих покрытий и уплотнений;
- создание специализированных средств обнаружения и распознавания торпед, использующих параллельную обработку и анализ данных от всех возможных источников, в целях уменьшения вероятности ложных тревог и обеспечения заблаговременного и достоверного предупреждения об атакующих торпедах;
- создание высокоэффективных и быстродействующих средств ГПД;
- создание антиторпеды;
- создание комплексов средств ПТЗ ПЛ.

Основным предназначением системы ПТЗ ПЛ являются:

- обнаружение, классификация, определение в каждый текущий момент времени места, траектории и элементов движения торпед;
- выработка сигнала тревоги (предупреждения) о торпедной атаке, тактических решений и команд на применение средств ПТЗ;
- применение средств ПТЗ;

– выполнение ПЛ маневра уклонения.

Необходимость создания такой системы обусловлена главным образом недостаточной эффективностью существующих средств ГПД при борьбе, в первую очередь, с торпедами, самонаводящимися по КС.

Аппаратура ПТЗ включена в контур самообороны автоматизированной системы боевого управления (АСБУ) ПЛ, что позволяет значительно сократить время реакции с момента выявления факта применения оружия противником. Малогабаритную антиторпеду (калибр – 172 мм, длина – 2,7 м, масса – 90 кг, дальность хода – 2–3 км), оснащенную паротурбинной энергосиловой установкой замкнутого типа с турбонасосным двигателем, разрабатывает в рамках программы ССАТ (Canistered Countermeasure Anti-torpedo Torpedo) НИЦ подводных систем оружия ВМС США совместно с Лабораторией прикладных исследований Пенсильванского государственного университета.

Бортовая система управления, включающая в свой состав четыре микропроцессора «Моторола 68000» и лазерные гироскопы, обеспечивает высокую точность наведения антиторпеды при активном маневрировании цели. По оценке разработчиков, при подрыве БЧ массой около 32 кг гарантированное поражение атакующей торпеды антиторпедой достигается на расстоянии до 8 м от центра взрыва.

С 2004 г. проводятся натурные испытания опытных образцов в ходе которых оцениваются алгоритмы адаптивного анализа поступающей информации, применяемые в системе ПТЗ в целях выработки данных стрельбы, обработки отраженных от цели сигналов и функционирования предохранительно-исполнительного механизма взрывателя, а также способы обеспечения высокой разрешающей способности АССН по дальности и направлению. Принятие на вооружение антиторпеды возможно в 2012 г.

В связи с отказом министерства обороны США финансировать дальнейшую совместную англо-американскую программу НИОКР по ПТЗ командования ВМС Великобритании и США приняли решение продолжить исследования в этой области самостоятельно. В целях снижения уровня затрат и сокращения сроков работ предполагается осуществить их на конкурсной основе и при этом широко использовать технические наработки, полученные в рамках предыдущей совместной программы.

На вооружении американских многоцелевых атомных подводных лодок (ПЛА) типов «Лос-Анджелес» и «Усовершенствованная Лос-Анджелес» состоит система ПТЗ CSA Mk2 мод. 2. В ее состав входят 14 забортных непере-

заряжаемых пусковых установок (ПУ) калибра 152 мм и одна перезаряжаемая ПУ, предназначенные для применения приборов ГПД Mk2 мод. 3, Mk3 мод.1 и Mk4 мод.1 (разработка фирмы «Ультра электроникс оушен системз»). Для ПЛА типа «Сивулф» разработана система ПТЗ CSA Mk3, отличающаяся от базовой модификации количеством забортных ПУ – 16 единиц.

Принцип действия приборов ГПД Mk2 и Mk3 заключается в генерировании мощного акустического сигнала в полосе рабочих частот атакующих торпед и создании, в зависимости от установленного режима работы, прицельных по частоте (ПЧП) или заградительных широкополосных помех (ЗП).

Прибор Mk4 обеспечивает обработку импульсов от гидролокационной станции противника и выработку ответного сигнала, имитирующего ПЛ.

Атомные ПЛ с баллистическими ракетами типа «Огайо» оснащены системой ПТЗ CSA Mk2 мод.0, интегрированной в систему управления торпедной стрельбой Mk118. Система ПТЗ обеспечивает применение приборов ГПД калибров 76,2 и 152 мм из восьми забортных ПУ (размещены в надстройке легкого корпуса в районе ограждения выдвижных устройств и в кормовой части), а также самоходных имитаторов ПЛ Mk70 MOSS (Mobile Submarine Simulator). Имитаторы (диаметр – 254 мм, длина – 3,2 м, масса – 450 кг) оборудованы энергосиловой установкой с аккумуляторной батареей, аппаратурой и органами управления, позволяющими осуществлять маневр по заданной программе. Для стрельбы из 533-мм торпедных аппаратов используется транспортно-пусковой контейнер Mk136, рассчитанный на два прибора. До конца 90-х гг. XX в. основной вариант типовой загрузки ПЛАРБ, выходящей на боевое патрулирование, предусматривал размещение на борту шести самоходных имитаторов и двух контейнеров. В настоящее время они не выдаются на ПЛ и заскладированы (база хранения и обслуживания подводного оружия Кипорт, шт. Вашингтон) в количестве около 310 единиц.

Строящиеся атомные ПЛА типа «Виргиния» оснащаются новой системой ПТЗ SSAWS. По оценкам, она обеспечивает заблаговременное обнаружение атакующих торпед путем обработки данных о подводной обстановке, поступающих от сферической, бортовых, линейной и буксируемой антенны гидроакустического комплекса, а также применение активных и пассивных средств ГПД. Для их выстреливания используются одна перезаряжаемая установка калибром 76,2 мм и 14 неперезаряжаемых 152-мм ПУ, расположенные в межкорпусном пространстве в районе кормовых

цистерн главного балласта. В отличие от состоящих на вооружении систем с ПУ, использующими газогенераторы, которые обладают повышенной шумностью при срабатывании, в новой системе применяются ПУ с электромагнитными пусковыми устройствами.

В Великобритании ведется разработка систем ПТЗ, обеспечивающих комплексное применение самоходных и дрейфующих приборов ГПД разных типов. Многоцелевые ПЛА типов «Трафальгар» и «Эстьют» ВМС Великобритании оснащаются системой ПТЗ SAWS фирмы «БАЕ системз». Эта система в зависимости от характера обнаруженных целей и параметров их движения вырабатывает рекомендации на выполнение маневра уклонения, а также на применение выставляемых активных и пассивных средств ГПД, рассчитывает их количество и последовательность пуска. После подтверждения выработанного варианта применения средств ГПД выполняется в автоматическом режиме.

Для повышения эффективности предпринимаемых мер самообороны в состав системы включены 127-мм самоходные имитаторы «2071» и «200», а также 102-мм дрейфующие приборы помех «2066» («Бэндфиш»), «101» и «102». Для применения 102-мм средств сериями из 4 – 6 приборов используются как размещаемые в межкорпусном пространстве пусковые установки, так и универсальные перезаряжаемые устройства постановки помех и связных буев, расположенные в носовом и кормовом отсеках ПЛ.

На новых ПЛА типа «Эстьют» по сравнению с ПЛ типа «Трафальгар» количество забортных ПУ увеличено более чем в 4 раза и составляет 20 единиц. Они размещаются побортно в кормовой надстройке легкого корпуса ПЛ.

На вооружении французских ПЛАРБ типа «Триумфан», ПЛА типов «Аметист»/«Рубис» и строящейся «Барракуда», а также экспортных дизель-электрических ПЛ типов «Агоста» и «Скорпен» состоит разработанная фирмой DCNS система ПТЗ «Контральто-С». В ее состав входят до 18 ПУ (размещаются в ограждении выдвижных устройств и кормовой надстройке легкого корпуса), предназначенных для пуска дрейфующих средств ГПД «Кэнтон» и самоходных – «Симфоник». По оценкам, для гарантированного увода атакующей торпеды необходимо комплексное применение не менее шести таких приборов (по три ГПД каждого типа).

В Германии работы в этой области осуществляются в рамках программы создания средств самообороны для ПЛ проектов 212А, 212Б, 214 и 209. Фирма «Ховальдсверке дойче верфт» сов-

местно с итальянской фирмой «Уайтхед аления» разработала систему ПТЗ CIRCE (Containerised Integrated Reaction Countermeasure Effectors). Ее отличием от подобных систем других стран является модульное исполнение забортных пусковых устройств приборов ГПД.

Данная система является элементом контура самообороны, управление которым осуществляет АСБУ ПЛ. Дрейфующие (длина – 1125 мм, диаметр – 123,8 мм, масса – 5,5 кг) и самоходные (длина – 900 мм, диаметр – 123,8 мм, масса – 10,2 кг) приборы ГПД размещаются в пусковых трубах калибра 127 мм, оснащенных гидравлическими аккумуляторами давления.

Четыре выдвижных модуля (10 пусковых труб в каждом) устанавливаются в межкорпусном пространстве носовой надстройки ПЛ по два с каждого борта. Время их приведения в готовность к пуску не превышает 2 с. В каждом модуле размещаются четыре самоходных и шесть дрейфующих приборов.

По оценкам разработчиков, система обеспечивает срыв наведения двух атакующих торпед при комплексном применении 10 приборов ГПД.

В целом реализация планов ВМС США и ведущих европейских стран НАТО по оснащению ПЛ новыми системами ПТЗ осуществляется с учетом широкого распространения на мировом рынке вооружений торпедного оружия, отвечающего современным требованиям по высокой помехозащищенности и гарантированному обнаружению, селекции и захвату цели на фоне искусственных помех.

На современном этапе повышение эффективности применения систем ПТЗ планируется в основном за счет:

- существенного увеличения количества забортных ПУ (до 40 ед.),
- комплексного применения активных и пассивных средств ГПД (от шести до десяти приборов в зале), а в перспективе – также антиторпед.

В табл. 1 приведены основные ГТХ средств ГПД.

Планы ВМС государств НАТО по обеспечению ПТСО ПЛ направлены на создание комплексов, включающих средства обнаружения торпед, системы управления боевым использованием средств ПТСО, пусковые установки и средства самообороны – средства ГПД (имитаторы и приборы помех) и антиторпеду. При этом повышение эффективности самообороны ожидается за счет увеличения количества забортных и внутренних пусковых установок, комплексного позонного применения гидроакустических имитаторов и приборов помех в значительном количестве (от шести до десяти приборов в зале) и антиторпед.

Основные ТТХ средств ГПД

Тип, шифр, страна, год принятия на вооружение	Функция	Калибр / Длина, мм / Масса, кг	Режимы работы	Диапазон частот, кГц / Акустич. давление, Па	Глубина выстреливания / дрейфа / хода, м	Аппарат выстреливания	Время работы, мин / Скорость хода, уз	Примечание
Дрейфующ. прибор помех СНАН, США, 1958	Подавл. ГАК, ГАС	235 / 762 / 45	1. ПЧП 2. ЗП	1. 10-70 / 1000 2. 10-70 / 8000	до 270 / 12	Специальное устройство	15 / -	5 с – прослушивание, 25 с – ПЧП или ЗП
Самох. многоцелевой, AN/BLQ-2, США, 1959	Подавл. ГАС, Отвл. ПЛС Отвл. ПЛТ	254. 2800 / 180	1. Шум 2. Шум+Эхо 3. ЗП 4. ПЧП+Шум 5. Имит. КС	0,05-5 0,05-70 0,05-70 3 - 70+0,05-5	До 300 / 15-90	ТА 533 мм, самовыход	20 / 6	
Дрейфующий прибор помех, AN/BLQ-3, США, 1969	Подавл. ГЛС Отвед. ПЛТ	76,2 / 965,2 / .	ПЧП Эхо	7-30 7-30	.	Пусковой контейнер	20 / дрейф	Плавают по установленной программе
Самоходный прибор помех, МНАН, США, 1958	Подавление ГАС	254 / 2565 / 110	ПЧП	10-70 / 4000	До 90 / 27	ТА 533 мм, самовыход	15 / 6-7	1. Длит помех 25 с 2. Два поворота на дистанции 3. АЭА на АМЗ
Бортовой прибор помех, СНАН, США, 1958	Подавление ГАС	.	ПЧП	10-70 / 8000	-	-	-	Крепится на стойке в районе рубки. Принимает зондир. сигн. с длит. ≥5мс, затем изл. ПЧП в полосе 300 Гц.
Дрейфующий прибор ГПД Мк 1 мод. 0, США, 1974 г.	Подавл. ГАС Отведение ПЛТ	127	
Дрейфующий прибор ГПД Мк 2 мод. 0 (торпедная ловушка), США, 1978 г.	Отведение ПЛТ	76 / 1000 / 5,3	Имитация эхо Имитация шума	15-85 / 3000		Пусковой контейнер	20-40 / дрейф	
Дрейфующий прибор помех Мк 3, США, 1983 г.	Подавление АССН торпед	152 / 840 / .	ЗП ПЧП	2-70 / 4000	.	ЗПУ с газогенератором	10-12 / дрейф	
Дрейфующий имитатор ПЛ Мк 4 мод. 1, США, 1980 г.	Имитация гидроакустических полей ПЛ	152 / 900 / 10	Имитация ПГАП и ВГАП	0.05-10 / 300	.	ЗПУ	15 / дрейф	
Дрейфующий прибор помех Мк 5, США, 1984 г.	Подавление ГАС, ГАК	152 / 900 / 10	ЗП	0.01-10 / 4000	До 400 / .	ЗПУ	10 / дрейф	
Самоходный прибор ГПД ПЛ Мк 70, США, 1980 г.	1. Подавление ГАС, ГАК. 2. Отвлечение ПЛС. 3. Отведение торпед	252 / 3200 / 450	1. ЗП и ПЧП 2. Имитация ПГАП и ВГАП	1. 3-70 2. 0,01-10 3. 3-70	До 300 / До 300	ТА 533 мм и транспортный контейнер	20 / 15	
Дрейфующий прибор ГПД С-303/S, Италия	Отведение торпед	127 / - / .	1. Имитация ПГАП и ВГАП. 2. Излучение помех	.	.	Пусковая труба	Дрейф	
Бортовая станция помех и искажения ПГАП ПЛ GNATS, середина 70-х XX века	1. Искажения ПГАП ПЛ 2. Излучение помех	-	1. Искажения ПГАП ПЛ 2. Излучение помех	0,04-1 0,04-6				Одновр. имитация до 6 ДС
Самоходный многоцелевой прибор ГПД Мк 30 мод.1, США, 1978	Обеспечение боевой подготовки МПЛС	533 / 6700 / 907	1. ПЧП 2. ЗП 3. Эхо 4. Шум	1. 3-70 2. 3-70 3. 2-60 4. 0,01-10 15-60	До 700	ТА 533, НК, ПЛ, вертолет	240 / 7 / 30	
Самоходный имитатор ПЛ ADMATT, США	1. Отвлечение ПЛС. 2. Отведение ПЛТ.	482 / - / .	1. Эхо 2. Шум	.	.	ТА 533		Имеет буксируемую антенну длиной 50 м
Самоходная мишень-имитатор ПЛ AN/BLQ-9, США.	Обеспечение боевой подготовки экипажей	254 3380 155	1. Шум 2. Эхо 3. КС 4. Ретрансляция взрывн.	3-30 0,1-30 3-7	15-122	ТА НК, ПЛ. Вертолет		1. Возможен боевой вариант. Вооружены ВМС Австралии, Канады, Нидерландов, Швеции. 2. Буксирует 18 м кабель с излучателем.
Дрейфующий имитатор ПЛ АТААС (AMULET), Англия, середина 80-х	Подвлечение ГАССН торпед	76, 127 / - / .	1. Шум 2. Эхо 3. Помех	10-60 10-60 10-60	300	Два заряжаемые многотрубные пусковые аппараты		Торпедные ловушки типа 2066 (диаметр 76 мм) и 2071 (диаметр 127 мм)

ЛИТЕРАТУРА

1. Тихонов Г., Шехин В. Состояние и перспективы развития систем самонаведения зарубежных торпед // Науч.-техн. сб. «Морское подводное оружие». – 2008. – ОАО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор», вып.11.
2. Торпеды и противоторпедная защита: гарантия победы под водой // Naval Forces. – 2004. – № 3.
3. Современные торпеды и средства противодействия // Bharat Rabshak Monitor. – 2006. – Vol. 3/4.
4. Белоусов И. Основные направления развития систем противоторпедной защиты в ВМС ведущих стран НАТО // Зарубежное военное обозрение. – 2009. – № 11. – С. 46–52.
5. Кислов Ф. Основные тенденции развития торпедного оружия ВМС стран НАТО // Зарубежное военное обозрение. – 2002. – № 7. – С. 46–52.
6. Дайджест зарубежной прессы (ВМФ, кораблестроение). – 2009, № 53–54, С. 112. ■

1. НАЗНАЧЕНИЕ FPSO И СПЕЦИФИКА СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПО СРАВНЕНИЮ С МОРСКИМИ ДОБЫВАЮЩИМИ УСТАНОВКАМИ ДРУГИХ ТИПОВ И СУДАМИ

1.1. В настоящее время разрабатываются проекты морских стационарных и плавучих добывающих установок (платформ) для эксплуатации в арктических морях и на шельфе Дальнего Востока России. В качестве перспективного варианта платформы для освоения Штокмановского газоконденсатного месторождения (ШГКМ) в Баренцевом море рассматривается установка типа FPSO с судовыми обводами (рис. 1).

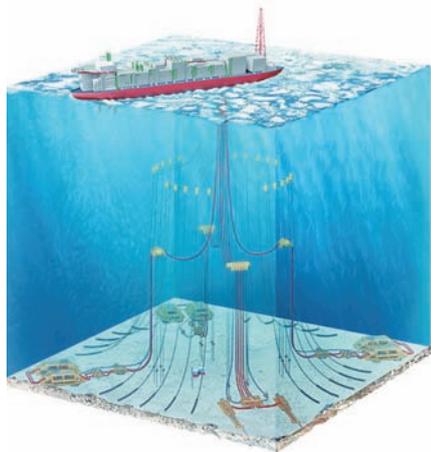


Рис. 1. Схема разработки ШГКМ (www.shtokman.ru)

FPSO (Floating Production Storage and Offloading) предусматривает добычу, первичную обработку добываемого продукта, хранение жидких углеводородов (газовый конденсат) с его отгрузкой в челночные танкеры либо напрямую, либо через точечный причал. Преимущество FPSO по сравнению с другими морскими добывающими сооружениями обусловлено наличием полного комплекса оборудования, позволяющего выполнение операций по добыче, обработке, хранению и отгрузке углеводородов. Однако наличие на борту всего комплекса бурового, производственного, технологического оборудования, значительных объемов жидких углеводородов, грузовых систем, вертолетной площадки, жилого блока и т.д., является фактором, повышающим риск возникновения аварийных ситуаций (АС). Поэтому вопросам обеспечения безопасности при проектировании и эксплуатации FPSO должно уделяться повышенное внимание.

Существенное увеличение морских грузоперевозок жидких углеводородов в связи с планами нефтяных и газовых компаний по организации морских транспортно-технологических систем (МТТС) для освоения месторождений на шельфе России потребует организации комплексных систем обеспечения

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЛАВУЧЕЙ ДОБЫВАЮЩЕЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ОТГРУЗКИ УГЛЕВОДОРОДОВ (FPSO)

*Н. А. Вальдман, канд. техн. наук, начальник сектора,
Д. М. Яковлев, инженер 1-й категории,
ФГУП ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова,
контакт. тел. +7 (812) 723 60 58.*

их безопасности (СОБ). Это становится особенно актуальным, если учесть уникальность объектов МТТС (например, таких как FPSO), используемого на них оборудования, длительного срока эксплуатации, расположение в районах на шельфе с суровым климатом (Баренцево, Карское, Охотское моря), значительные объемы переработки, транспорта и хранения углеводородов.

СОБ представляет собой объединение современных проектных, технических и организационных решений по системам, обеспечивающим безопасность эксплуатации FPSO, оборудованию и устройствам, приборному насыщению, элементам конструкций, а также требований к их эксплуатации для обеспече-

ния и поддержания соответствующего уровня надежности и безопасности морских работ.

На рис. 2 показана структурная схема СОБ для FPSO, приведены ее отдельные элементы (подсистемы). Элементы СОБ должны удовлетворять требованиям российского и международного законодательства, хорошей морской практике в области построения систем безопасности на объектах океанотехники, промышленной и экологической безопасности, охраны жизнедеятельности и обитаемости персонала, [1, 3, 4].

Следует отметить, что рассматриваемая структура СОБ может быть расширена за счет включения дополнительных подсистем, обеспечивающих навигаци-



Рис. 2. Структура системы обеспечения безопасности для FPSO

онную безопасность, безопасное взаимодействие с судами обеспечения, челночными танкерами, выполнение требований кодекса ОСПС* и т.д.

Учитывая также, что FPSO представляет собой морскую плавучую добывающую установку судового типа, к элементам СОБ должны предъявляться требования как к судовой системе, так и к системе морского нефтегазового сооружения.

В качестве инновационного решения в части экологической безопасности при проектировании судового оборудования, систем и механизмов на FPSO должна приниматься технология Green Ship, позволяющая повысить общую экологичность морской установки на 15–20% и значительно сократить отрицательное воздействие FPSO при эксплуатации на окружающую среду.

Согласно статистическим данным по аварийности на морских установках и платформах среди наиболее опасных аварий были выделены разливы и утечки углеводородов, которые наряду с негативными последствиями для окружающей среды способны стать причиной возникновения пожаров и взрывов различной силы.

Данные аварии характерны для FPSO и при размещении большого количества технологического оборудования на ограниченных объемах и площадях, хранении значительных объемов жидких углеводородов в танках могут представлять серьезную угрозу для персонала, окружающей среды и самой FPSO в целом.

1.2. В мире отсутствует практика эксплуатации FPSO в суровом арктическом климате. Однако за счет внедрения элементов СОБ, снижающих риск возникновения аварийных ситуаций и влияние негативных факторов арктического климата (низкие температуры, сложная ледовая обстановка и т.д.), техническая реализация проекта FPSO представляется осуществимой.

При эксплуатации FPSO в условиях ШГКМ особое внимание должно быть уделено:

- созданию комфортных условий обитания и жизнедеятельности персонала;

- предотвращению травматизма, связанного с воздействием низких температур и обледенением конструкций;
- обеспечению эксплуатационных требований к системам и оборудованию.

Для достижения данных целей предусматриваются средства по «винтеризации»**, способствующие снижению влияния негативных погодных факторов на оборудование и персонал.

* Кодекс ОСПС – Международный кодекс по охране судов и портовых средств.

** Винтеризация (англ. «winterization») – подготовка к эксплуатации в зимних условиях.

1.3. В соответствии с ГОСТ 24389–89 [5] для обеспечения необходимых условий жизнедеятельности персонала в помещениях FPSO должен быть определен температурный режим и режим циркуляции воздуха. Для этого:

- жилые помещения должны быть оборудованы механической системой отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВКВ), поддерживающей состояние воздушной среды на уровне не менее 20 °С и обеспечивающей циркуляцию воздуха со скоростью 0,25 – 0,5 м/с;

- в закрытых рабочих зонах и помещениях (производственные помещения, встроенные в корпус модули с механизмами и оборудованием и т.п.) должна быть предусмотрена механическая система ОВКВ, поддерживающая температуру воздуха не ниже 5°С и скорость циркуляции воздуха на уровне 0,3 – 1,5 м/с;

- на открытых пространствах, где предполагается длительное нахождение персонала, должны устанавливаться защитные конструкции от ветрового и брызгового воздействия, выполненные с учетом возможного обледенения. Все трапы, лестницы и мостки следует оснащать перилами, предотвращающими возможность падения человека при подскользывании. Необходимо предусмотреть защиту от снега приборов и измерительной аппаратуры, расположенной на открытых зонах.

Ввиду длительности темного времени суток в полярных широтах должно обеспечиваться надлежащее освещение зон и помещений, где находится персонал FPSO.

Для защиты от обморожений персонал должен быть оснащен индивидуальными средствами защиты (теплой одеждой, защищающей все части тела, и термозащитными одеялами и т.п.).

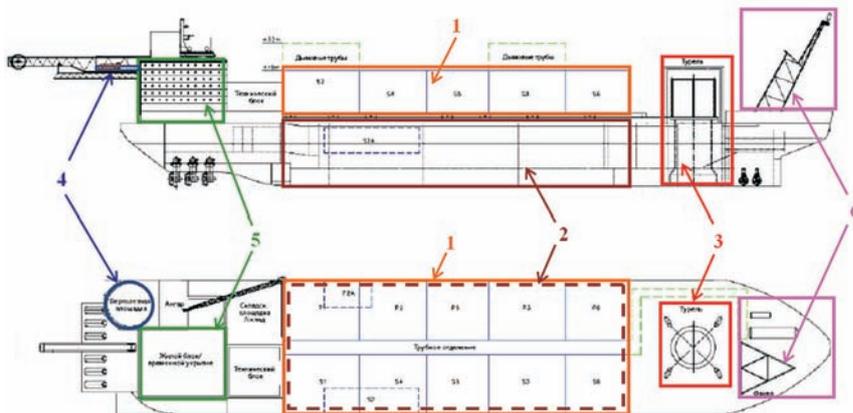


Рис. 3. Потенциально опасные модули и зоны на FPSO

1 – система обработки углеводородов; 2 – система хранения газового конденсата; 3 – турель, якорно-швартовная система, система райзеров; 4 – вертолетная площадка; 5 – жилой модуль; 6 – факельная система

Таблица 1
Краткая характеристика наиболее опасных модулей/зон на FPSO

Наименование модуля/зоны	Характеристика степени опасности
Система обработки углеводородов	Разгерметизация технологического оборудования (трубопроводы, насосы, компрессоры, арматура и т.п.) может стать причиной утечки углеводородов в окружающую среду с различными по тяжести последствиями (вплоть до взрыва)
Система хранения газового конденсата, включая систему грузовых танков и грузовую палубу	Наиболее опасная из всех зон, так как в грузовых танках хранятся большие объемы жидких углеводородов, который по своим свойствам является пожароопасными веществами. В данной зоне возможно возникновение аварийной ситуации (пожаров и взрывов) со значительными последствиями для персонала, окружающей среды, систем, оборудования и FPSO в целом
Турель, якорно-швартовная система, система райзеров	Наибольшую опасность в данной зоне представляют собой физические нагрузки, постоянно оказываемые на турель, вызывая опасность повреждения ее вращательных элементов. Разрывы якорно-швартовых связей и райзеров, главным образом, по причине негативных погодных условий, также имели место в мировой практике освоения морских месторождений
Вертолетная площадка	На вертолетной площадке единственным источником опасности может стать вертолет, выполняющий взлетно-посадочные операции. Также возможен разлив авиационного топлива и последующее возгорание
Жилой модуль	Местоположение жилого модуля рядом зоной грузовых операций характеризуется повышенной степенью опасности (повреждение конструкций в результате навала челночного танкера, травмы и ожоги в результате пожара пролива при разрыве отгрузочных шлангов и т.п.)
Факельная система	Факельная система является источником опасности возникновения пожаров, поэтому стрела факела должна быть установлена на безопасном расстоянии от жилых и служебных помещений

2. ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫЕ ЗОНЫ

2.1. На основе анализа мирового опыта эксплуатации FPSO выявлены модули/зоны, потенциально опасные для возникновения аварийных ситуаций (рис. 3). В табл. 1 дана краткая характеристика степени их опасности.

Регистрацию и контроль параметров работы технологического и грузового оборудования, расположенного в опасных зонах, систем безопасности FPSO целесообразно осуществлять с центрального пульта управления (ЦПУ).

Все входные данные и параметры (давление, температура, герметичность, состояние изоляции и др.), поступающие на ЦПУ, должны наиболее полно отражать состояние работоспособности оборудования и систем, позволять принимать своевременные и адекватные решения при возникновении АС.

3. СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОТДЕЛЬНЫМ ПОДСИСТЕМАМ СОБ

Система пожарной безопасности.

Одной из основных аварий, влекущей за собой серьезные последствия для FPSO (вплоть до гибели персонала и непоправимых повреждений конструкций и оборудования), являются пожары [6]. Для их предотвращения, локализации и ликвидации в случае возникновения, на FPSO, эксплуатируемой при низких температурах, устанавливаемая система пожарной безопасности должна включать: системы и оборудование для пожаротушения, систему конструктивной противопожарной защиты, системы пожарной сигнализации и средства тушения пожара [1–3]. Должны быть предусмотрены дополнительные барьеры противопожарной защиты (взрывозащиты) и защиты скважин, представляющие собой огнезащитные (взрывозащитные) стенки и подводное противовыбросовое оборудование [7].

Система управления подачей электропитания. Для снижения риска возникновения взрыва в помещениях, в которых располагаются электрические установки и электрооборудование и существует наибольшая вероятность появления взрывоопасной смеси газа с воздухом, на FPSO должен быть реализован зональный принцип размещения функциональных блоков с разделением их по степени взрывоопасности [2].

Электрические установки и электрооборудование FPSO, расположенные во взрывоопасных зонах, должно быть исполнено в соответствии с [8].

Электрические системы и электрооборудование должны быть рассчитаны на эксплуатацию при низких температурах и на мощность, необходимую для обеспечения питанием оборудования и систем в штатном и аварийном режимах эксплуатации [9].

Система управления турелью. При эксплуатации FPSO возможны следующие типы повреждений и отказов, связанных с турелью и соединенными с нею райзерами и якорно-швартовными связями [10]:

- повреждение шарнирного уплотнения вертлюга;
- усталостные повреждения райзера от изгибания с последующей утечкой;
- повреждения турели в результате наката сплошных волн;
- разрыв якорно-швартовных связей;
- эффект сильной бортовой качки и др.

Система управления турелью предусматривается для осуществления контроля над технологическими процессами, производимыми с турелью, процессом добычи углеводородов, противопожарной защитой турели.

Система конструктивной защиты.

Специфические требования к конструкции плавучих нефтегазодобывающим комплексам (ПНК) предъявляются в [2]

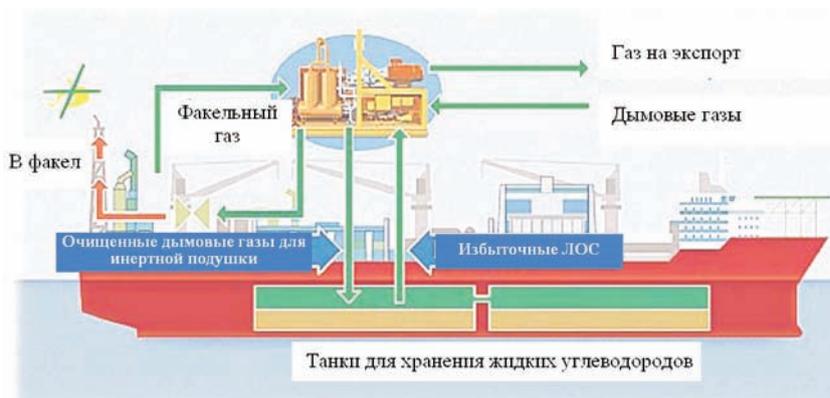


Рис. 4. Использование дымовых газов в качестве инертной «подушки» для предупреждения выбросов ЛОС на FPSO

с учетом рекомендаций Кодекса ИМО по конструкции и оборудованию ПБУ (Резолюция А.649(16)), международного опыта создания и эксплуатации ПНК, требований правил классификационных обществ и международных стандартов.

Требования к сохранению устойчивости FPSO в аварийном состоянии, например при образовании ледового повреждения, должны устанавливаться в соответствии с [9].

Системы очистки инертных газов, контроля и управления выбросами и сбросами. ИМО сосредотачивает усилия на охране атмосферного воздуха от выбросов с судов и морских сооружений практически для всех групп вредных выбросов. Новая редакция Приложения VI Конвенции МАРПОЛ 73/78 предусматривает более жесткие требования к выбросам и предусматривает меры по предотвращению выбросов летучих органических соединений (ЛОС).

В качестве дополнения к Международному свидетельству IAPP по предотвращению загрязнения атмосферы для FPSO предусматривается свиде-

тельство о наличии системы сбора паров груза, установленное и одобренное в соответствии с [11] и сертификат на систему ЛОС в соответствии с требованиями классификационных обществ (DNV).

На FPSO должны устанавливаться средства и оборудование для уменьшения вероятности разливов и сигнализация для предотвращения переполнения танков.

Система очистки инертных газов предназначена для охлаждения, очистки и подачи дымовых газов в грузовые танки FPSO для создания в них инертной атмосферы с целью предотвращения образования взрывоопасной среды.

На рис. 4 представлена схема использования дымовых газов в качестве инертной «подушки» для предупреждения выбросов ЛОС на FPSO [12].

При использовании данной технологии на FPSO исчезает необходимость сжигания ЛОС на факеле.

Основные правила, нормы и требования по охране морской (водной) среды при разведке и освоении нефтегазовых месторождений, расположенных в пределах континентального шельфа, территориального моря и прибрежной зоны, устанавливаются в соответствии с [13].

Особое внимание должно уделяться обращению с отходами (в частности с отходами бурения), требованиям к очистке производственных и бытовых сточных вод, охране вод с учетом сезонных и ледовых условий, а также требованиям к производственному экологическому контролю и мониторингу морской среды.

Система покидания, эвакуации и спасения. На FPSO должно быть оборудовано временное убежище, служащее местом сбора и укрытия персонала от негативных факторов аварийной ситуации (АС) [2].

Временное убежище должно располагаться на FPSO таким образом, чтобы персонал находился в безопасности до окончания операций по высадке на спасательные средства, которые должны соответствовать требованиям [14].

Во временном убежище устанавливаются все необходимыми устройства и средства жизнеобеспечения, включая систему ОВКВ, «забирающую» атмосферный воздух из безопасной зоны и поддерживающую температуру воздуха на приемлемом для жизнеобеспечения уровне.

При эвакуации и спасении персонала с FPSO в случае возникновения аварийных ситуаций, могут использоваться:

- дежурное аварийно-спасательное судно;
- вертолет;
- коллективные спасательные средства.

Способ эвакуации и спасения определяется в зависимости от погодных условий, ледовой обстановки, типа и серьезности АС и наличием/отсутствием серьезно травмированных членов экипажа.

В особо тяжелых случаях (серьезная авария, сильные травмы и ранения у персонала, требующие оказание квалифицированной медицинской помощи, невозможность быстрого прибытия на место аварийно-спасательного судна и др.) дополнительно к перечисленным средствам могут использоваться вертолеты.

4. ОЦЕНКА РИСКА АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ ДЛЯ ПЕРСОНАЛА FPSO

В соответствии с [6] основными причинами возникновения аварийных ситуаций на морских нефтегазовых объектах являются:

- неконтролируемый выброс добываемых углеводородов из скважин;

скими судами, падение вертолета, диверсии);

- нерасчетные природные воздействия и др.

Анализ риска аварийных ситуаций для персонала FPSO был проведен в соответствии с рекомендациями ИСО [15] с использованием данных по аварийности на морских установках [16], Всемирного банка данных об авариях на буровых судах и платформах (WOAD), World Shipbuilding and Maritime Casualties, Shipping Statistics and Market Review (SSMR) и других.

Выполненная оценка риска для персонала FPSO с использованием матрицы риска (см. табл. 2) показала возможность реализации проекта FPSO для российских условий с приемлемым уровнем безопасности в случае организации комплексной СОБ при эксплуатации FPSO.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок и морских стационарных платформ. – РМРС, 2008.
2. Правила классификации, постройки и оборудования морских плавучих нефтегазовых комплексов. – РМРС, 2009.
3. Правила классификации, постройки и оборудования морских судов, т. 1 – 3, РМРС, 2010.
4. DNV-OSS-102 Правила классификации плавучих добывающих установок для хранения и отгрузки, 2009.

Oil & Gas Journal Russia. – 2010. – №5 (39). – с. 48 – 53.

7. Проект «Баренц-2020». Гармонизация стандартов по охране труда, промышленной безопасности и охране окружающей среды для работ в Баренцевом море, DNV, 2009.
8. IEC 61892. Плавучие и стационарные морские установки – Электрооборудование.
9. Руководство по операциям с судами в арктических покрытых льдом водах. – ИМО, 2009.
10. Руководство по управлению морскими рисками, связанными с FPSO: Отчет №377, OGP, 2006.
11. MSC/Circ.585 Стандарт для системы контроля выбросов паров (Приложение VI, МАРПОЛ 73/78).
12. Система инертных газов для FPSO, Vetco gas technology (материалы сайта www.vgt.no)
13. ГОСТ Р 53241–2008 Геологоразведка морская. Требования к охране морской среды при разведке и освоении нефтегазовых месторождений континентального шельфа, территориального моря и прибрежной зоны.
14. Международный кодекс по спасательным средствам (Кодекс ЛСА). – ИМО, 1996.
15. ИСО 17776: 2004 Промышленность нефтяная и газовая. Установки для добычи на морских месторождениях. Руководящие указания по вы-

Таблица 2

Оценка риска аварийных ситуаций (АС) для персонала FPSO

Частота реализации АС, число случаев на одну платформу в год	Серьезность последствий АС			
	незначительные	значительные	критические	катастрофические
	<i>Травмы отсутствуют</i>	<i>Легкие травмы</i>	<i>Серьезные травмы, возможен летальный исход</i>	<i>Человеческие жертвы</i>
Более 0,5				
0,5 – 0,05	Разлив углеводородов			
0,05 – 0,005	Авария крана, повреждение конструкций	Падение бъектов*	Пожар	
0,005 – 0,0005	Отказ якорного оборудования, протечка в корпусе, крен, отказ механизмов, ошибка позиционирования, утечка из скважины	Навал судов	Взрыв, авария вертолета	
Менее 0,0005				
* Имеется ввиду падение грузов при грузовых работах с кранов и другого подъемного оборудования, спасательных шлюпок в море, падение человека за борт				
Уровни риска АС для персонала				
Допустимый риск		Уровень риска находится на низком уровне, требуется соблюдение основных требований по обеспечения безопасности (техника безопасности, режим эксплуатации оборудования и т.д.)		
Приемлемый риск		Требуются мероприятия по снижению уровня риска (те мероприятия, которые с экономической и практической точек зрения реально осуществимы)		
Неприемлемый риск		Требуется проведения всех необходимых мероприятий по снижению уровня риска до приемлемого уровня		

- нарушение целостности несущих (или опорных) конструкций;
- отказы (или неполадки) оборудования;
- ошибки персонала (человеческий фактор);
- внешние воздействия техногенного характера (столкновение с мор-

5. ГОСТ 24389–89 Системы кондиционирования воздуха, вентиляции и отопления судов. Расчетные параметры воздуха и расчетная температура забортной воды
6. Аварийность на морских нефтегазовых объектах/М.В. Лисанов, А.В. Савина, Е.А. Самусева, С.И. Сумский//

- бору инструментов и методик для идентификации опасностей и оценки риска.
16. Статистические данные по инцидентам на плавучих добычных установках континентального шельфа Великобритании за период 1990–2007 гг., DNV/HSE, 2009. ■

Оценка и прогнозирование процессов в системах охранной пожарной сигнализации (СОПС) представляют собой частные случаи более общей проблемы – анализа функционирования динамических систем на основе измерительной информации.

При традиционном подходе разработчики, используя свойства приближенной нормальности, приближенной независимости, приближенной однородности результатов измерений, принимают соответствующие гипотезы о нормальности, независимости, однородности и т.д. и формируют на их основе оптимальные алгоритмы обработки. Однако в ряде случаев даже небольшие вариации исходных предположений о вероятностной структуре измерительной информации могут привести к существенному ухудшению свойств используемых процедур. Анализ в этом аспекте различных алгоритмов обработки, а также создание новых, обладающих повышенной устойчивостью к тем или иным вариациям структуры данных, является предметом исследования робастной статистики [1–5].

1. Основные концепции робастного подхода к исследованию СОПС. Всякий результат наблюдения за СОПС как основание для принятия управляющего решения (оператором или автоматически) должен обладать свойствами устойчивости по отношению к небольшим (но всегда реально возможным) отклонениям от исходных представлений о входной (измеряемой, контролируемой) информации, поступающей в алгоритм ее обработки и принятия решения. Эта информация поступает от специальных датчиков, установленных в охраняемых помещениях (температурных, оптической плотности, тепловых, давления, газового анализа и т.д.).

В математической статистике эти свойства определяют термином «робастность», рассматривая ее как непрерывность распределения статистик решающих правил (обычно в метрике Прохорова) при введении той или иной топологии в окрестности исходной модели.

Другой подход состоит в использовании широко распространенного в общей теории статистических решений и в теории игр принципа минимакса.

Из вышеизложенного следует, что традиционно используемые методы обработки экспериментальных данных, в частности, методы, основанные на предположении нормальности рассматриваемых процессов, должны обладать свойствами робастности. При работе в условиях большой априорной неопределенности робастные решения зачастую сводятся к известным процедурам. При этом любая дополнительная информация о входных сигналах позволяет повысить точность и достоверность принимаемого решения.

УСТОЙЧИВОСТЬ СТАТИСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ НАБЛЮДЕНИЙ В СИСТЕМАХ ОХРАННОЙ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

*А.В. Макушанов, д-р техн. наук, проф. СПбГУВК,
В.А. Колесник, д-р техн. наук, проф., зам. генерального директора,
В.А. Солонько, канд. техн. наук, генеральный директор,
НПО «Севзапспецавтоматика»,
контакт. тел. +7 921 341 8771*

В то же время существует область, в которой традиционная теория работает плохо или даже полностью отказывает. К этой области относятся прежде всего задачи обработки измерений, содержащие аномальные выбросы или помехи (выпадающие измерения). Именно такая постановка является актуальной при решении задач оценивания и прогнозирования временных рядов наблюдений процессов, связанных с действием таких факторов, как удары и вибрации, полевые удары (тепловые, магнитные, электрические), переключения, сбросы, воздействия активных техногенных источников, явления, связанные со старением радиоэлектронных элементов, появление сколов, трещин и т.д.

Комбинация такого рода факторов приводит с математической точки зрения к формированию различных комплексов априорной неопределенности, по отношению к которой и приходится находить оптимальные статистические решения [6–13].

2. Оценки минимального контраста центра симметрического распределения (М-оценки). Наличие априорной неопределенности относительно статистических характеристик измерительной информации приводит к необходимости построения методов ее обработки, обладающих пониженной чувствительностью к возможной неадекватности между априорно принятой вероятностной моделью и свойствами реальной среды. Важнейший подход к проблеме синтеза робастных методов обработки измерительной информации, обеспечивающих достаточно точное решение подобных задач в условиях неопределенности, дает принцип минимакса. Этот подход требует заранее сориентироваться на ситуацию, наименее благоприятную для задачи оценивания, т.е. обеспечивает получение некоторого гарантированного решения. Данный подход, сохраняя высокую устойчивость

найденных решений, позволяет избежать значительного снижения точности оценивания в случае, когда условия оценивания близки к предполагаемым.

Один из наиболее эффективных путей построения минимаксных алгоритмов дает метод минимального контраста (или метод М-оценивания), впервые предложенный П.Хьюбером в 1964 г [5].

В данной статье в качестве модели, на примере которой строятся М-оценки, рассматривается схема оценивания параметра сигнала Q (пожарной опасности на охраняемом объекте) по результатам непосредственных наблюдений x_1, x_2, \dots, x_n (текущие показания датчиков) в системе охранной пожарной сигнализации, содержащих аддитивные независимые, одинаково распределенные погрешности.

Пусть (x_1, x_2, \dots, x_n) – случайная выборка наблюдений (показаний датчиков) с теоретическим распределением $F(x-Q)$, где $F(x)$ – известная симметричная (т.е. $F(-x)=1-F(x)$) функция распределения; Q – выходной параметр СОПС, подлежащий оцениванию по показаниям датчиков. Считаем в рассматриваемом случае, что F – непрерывное одновершинное распределение. Соответствующую плотность распределения обозначим через $f(x)$.

Специфика такой постановки задачи заключается в том, что благодаря симметричности и одновершинности $F(x)$ с центром распределения Q совпадает целый ряд числовых характеристик теоретического закона распределения, таких как математическое ожидание, мода, медиана и т.д.

Используя эмпирические аналоги известных теоретических характеристик положения, в качестве оценки параметра Q можно принять, например:

- 1) выборочное среднее \bar{x} ;
- 2) выборочную медиану $\text{med}(x_1, x_2, \dots, x_n)$;

3) середину выборочного размаха $(x_{(1)} + x_{(n)})/2$;

4) усеченные средние $x_i^r = \frac{1}{n-2r} \sum_{i=r+1}^{n-r} x_i$;

5) винзорированные средние:

$$\bar{x}_0^{(r)} = \frac{1}{n} \left[(r+1)x_{(r+1)} + \sum_{i=r+1}^{n-r-1} x_{(i)} + (r+1)x_{(n-r)} \right]$$

6) середины квазиразмахов: $(x_{(n+1)} + x_{(n-r)})/2$ и т.д., где $x_{(i)}$ - i -я порядковая статистика.

Рассмотрим метод, позволяющий получить многие оценки искомого параметра Q [4, 5].

За оценку \bar{Q}_n на основе этого метода принимается решение минимизационной задачи

$$\sum_{i=1}^n \rho(x_i - Q) = \min. \quad (1)$$

Здесь $\rho(z)$ - некоторая неотрицательная функция (функция контраста). Величина $\rho(x_i - Q)$ имеет смысл меры близости измерения x_i к искомому центру.

Оценки \bar{Q}_n , полученные на основании выражения (1), называют *оценками минимального контраста, или M-оценками*.

Свойства этих оценок удобно формулировать в терминах производной функции контраста: $\varphi(z) = \rho^1(z)$, которую называют *определяющей функцией m-оценки*.

Понятно, что если функция $\varphi(z)$ определена при всех z , то задача (1) сводится к решению уравнения

$$\sum_{i=1}^n \varphi(x_i - Q) = 0. \quad (2)$$

M-оценки обладают рядом свойств, основными из которых являются:

1) *единственность*, что означает: если M-оценка существует, то она единственная.

2) *состоятельность*, что означает: $\bar{Q}_n \rightarrow Q$ (M-оценка стремится к истинному значению параметра) при $n \rightarrow \infty$ (при большом числе повторных измерений), т.е. выполняется сходимость по вероятности.

3) *асимптотическая нормальность*, что означает: функция распределения величины $\sqrt{n}(\bar{Q}_n - Q)$ сходится при $n \rightarrow \infty$ к функции распределения нормального закона со средним нулем и дисперсией:

$$D_M(f, \phi) = \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} \phi^2 f dz}{\int_{-\infty}^{+\infty} \phi^1 f dz}; \quad (3)$$

4) выполнение неравенства Рао-Крамера, что означает

$$D_M(f, \phi) \geq [I(f)]^{-1}, \quad (4)$$

где $I(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} \left(\frac{f^1}{f}\right)^2 f dz$ - фишеровское количество информации, содержащейся в распределении f .

Метод оценивания искомого параметра, основанный на таких ρ и φ , является оптимальным относительно критерия минимума асимптотической дисперсии. Это хорошо известный *метод максимального правдоподобия*.

Таким образом, можно выделить обширный класс ψ функций φ , определяющих процедуру оценивания. Оценки минимаксного контраста можно строить не только для центра симметричного распределения, но и в параметрических моделях общего вида. Их свойства подробно обсуждаются в работах [4, 5].

Вопрос о выборе функции контраста в каждой конкретной задаче решается индивидуально. Главное требование в задачах точечного оценивания состоит в том, чтобы рассеяние оценки относительно изучаемого параметра было минимальным. Положение существенно упрощается для асимптотически нормальных оценок, поскольку для предельного нормального распределения естественным параметром, характеризующим рассеяние, служит асимптотическая дисперсия.

3. Минимаксное оценивание с использованием функций риска, отличных от асимптотической дисперсии. При решении многих задач обработки сигналов от датчиков СОПС качество принимаемых решений оценивается их дисперсиями или среднеквадратичными отклонениями. При таком подходе, как правило, не учитывается возможность появления дополнительных смещений, обусловленных, например, наличием неадекватности исходной вероятностной модели и реальных наблюдений. Необходимость учета подобных явлений приводит к построению новых критериев качества оценивания, более полно учитывающих свойства полученных результатов.

Известно, что конечно-выборочная дисперсия минимаксными свойствами не обладает. Это вызвано тем, что допредельные формы распределений оценок могут быть разными, и каждое распределение имеет свою, ему присущую характеристику рассеяния, в общем случае не совпадающую с дисперсией. Приходится признать, что решение проблемы минимакса для ряда усложненных функций риска пока лежит вне пределов возможностей вычислительных методов. В то же время подобные задачи удается решить для некоторых узких классов оценок.

В качестве примера рассмотрим линейную оценку параметра положения на основе гетерогенных изменений с ограничениями «по бортику» [15].

Пусть результаты измерений (x_1, x_2, \dots, x_n) имеют вид

$$x_i = Q + \xi_i, \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

где Q - оцениваемый параметр, а случайный вектор $(\xi_1, \dots, \xi_n)^T$ удовлетворяет следующим ограничениям на математические ожидания $(E \xi_i)$ и элементы ковариационной матрицы

$$\sigma_{ij}^2 = E(\xi_i - E \xi_i) \times (\xi_j - E \xi_j)^T:$$

$$|E \xi_i| < \varepsilon_i, \quad 0 \leq d_i \leq \sigma_{ii}^2 \leq D_i, \quad m_{ij} \leq \sigma_{ij} \leq M_{ij},$$

где $\varepsilon_i, d_i, D_i, m_{ij}, M_{ij}$ ($i \neq j$) - известные числа.

Такую систему ограничений называют ограничениями «по бортику». Оценка \bar{Q}_n определяемого параметра Q определяется в виде

$$\bar{Q}_n = \sum_{i=1}^n c_i x_i, \quad c_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, n, \quad \sum_{i=1}^n c_i = 1.$$

Минимизируя верхнюю границу риска, имеющего вид среднего квадрата ошибки

$$E(Q_n - Q)^2 = E(\bar{Q}_n - E \bar{Q}_n)^2 + (E(\bar{Q}_n - Q))^2, \quad (5)$$

имеем

$$E(\bar{Q}_n - Q) \leq \sum_{i=1}^n c_i \varepsilon_i;$$

$$D \bar{Q}_n = E(\bar{Q}_n - E \bar{Q}_n)^2 = E \left[\sum_{i=1}^n c_i (x_i - E x_i) \right]^2 = \sum_{i=1}^n c_i^2 D x_i + 2 \sum_{i < j} c_i c_j \sigma_{ij} \leq \sum_{i=1}^n c_i^2 D_i + 2 \sum_{i < j} c_i c_j M_{ij}.$$

Отсюда средний квадрат ошибки $R(c_1, \dots, c_n)$ [зависимость (5)] ограничен величиной $R_{\text{гар}}$, задающий гарантированный уровень точности:

$$R(c_1, \dots, c_n) = E(\bar{Q}_n - Q)^2 \leq \sum_{i=1}^n c_i^2 D_i + 2 \sum_{i < j} c_i c_j M_{ij} + \left(\sum_{i=1}^n c_i \varepsilon_i \right)^2 = R_{\text{гар}}(c_1, \dots, c_n).$$

Искомый вектор $c = (c_1, \dots, c_n)$ является решением экстремальной задачи:

$$R_{\text{гар}}(c_1, \dots, c_n) = \min$$

с ограничением $\sum_{i=1}^n c_i = 1$.

Пользуясь методом неопределенных множителей Лагранжа, получаем следующую систему уравнений:

$$c_j D_j + \sum_{i=1}^j c_i M_{ij} + \varepsilon_j \sum_{i=1}^n c_i \varepsilon_i - (\lambda / 2) = 0,$$

где: $j = 1, \dots, n, \sum_{i=1}^n c_i = 1$, которая решается численным методом.

Наиболее интересной чертой оценок гарантированной точности является характер изменения риска $R(c)$ в зависимости от объема выборки n . Если по условию задачи ε_i и D_i могут увеличиваться с ростом i , то сначала при малых значениях n , $R(c)$ убывает и при некотором n_0 она достигает минимального значения, а затем снова возрастает и стремится к бесконечности при $n \rightarrow \infty$. Оценка в этом случае не состоятельна, и возникает проблема отыскания оптимального числа измерений n_0 , при котором $R(c)$ минимальна.

4. Кривые влияния и чувствительности. Основным достоинством робастных алгоритмов оценивания является их пониженная чувствительность к возможным вариациям статистических характеристик исходных данных. В связи с этим возникает необходимость в построении специального математического аппарата, позволяющего анализировать чувствительность предлагаемых оценок к аномальным изменениям, ошибкам округления и т. д.

Однако, наличие такого аппарата позволяет решать и обратную задачу: с учетом требуемой чувствительности синтезиро-

вать оценки с заданными статистическими свойствами. Указанный математический аппарат получил наименование «кривых влияния и чувствительности». Принцип его построения и основные свойства применительно к задачам оценки параметров в СОПС приведены ниже.

Пусть $T = [T_n]$ – некоторая последовательность статистик. Обозначим через $T_n(X)$ некую статистику из последовательности статистик T , построенную по выборке измеряемых параметров $X = (x_1, \dots, x_n)$. Через $T_{n+1}(x, X)$ обозначим ту же статистику, но построенную по выборке (x, x_1, \dots, x_n) .

Функция

$$\phi_n(x, X) = T_{n+1}(x, X) - T_n(X) \quad (6)$$

характеризует чувствительность T_n к добавлению одного наблюдения в точке « x » и называется *кривой чувствительности этой статистики*.

В частности, для выборочного среднего \bar{x} эта функция определяется следующим образом:

$$\phi_n(x, X) = \frac{x}{n+1} - \frac{1}{n(n+1)} \sum_{i=1}^n x_i.$$

Для медианы в случае нечетной выборки ($n = 2m + 1$)

$$0,5[x_{(m)} - x_{(m+1)}], \quad x \leq x_{(m)};$$

$$\phi_n(x, X) = 0,5[x - x_{(m+1)}], \quad x_{(m)} \leq x \leq x_{(m+2)};$$

$$0,5[x_{(m+2)} - x_{(m+1)}], \quad x \geq x_{(m+2)}.$$

Для цензурированного среднего с отбрасыванием двух крайних порядковых статистик главная часть ϕ_n имеет вид

$$x_{(1)} / (n-1) \quad x \leq x_{(1)};$$

$$\phi_n(x, X) = x / (n-1), \quad x_{(1)} \leq x \leq x_{(n)};$$

$$x_{(n)} / (n-1) \quad x \geq x_{(n)}.$$

Ниже приведены кривые чувствительности для выборочного среднего (рис. 1, а), медианы (рис. 1, б), и цензурированного среднего (рис. 1, в).

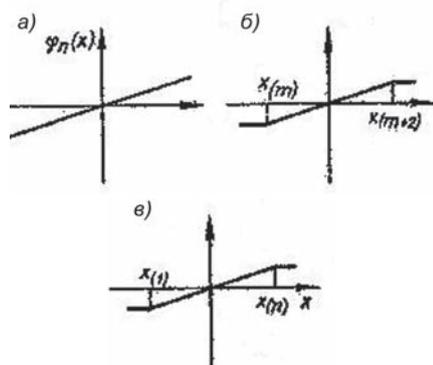


Рис. 1.

На рисунке 1, б для удобства положено $x_{(m+1)} = 0$. Видно, что кривая чувствительности для выборочного среднего не ограничена, поэтому одно экстремальное измерение может привести к сколь угодно большой ошибке. В то же время для цензурированного среднего (рис. 1, в) ошибка не может превзойти величины: $(x_{(n)} - x_{(1)}) / (n - 1)$.

Для выборочной дисперсии: $S_{n+1}^2(x, X) - S_n^2(X) = (x^2 - S_n^2) / (n + 1)$, так что для $|x| \leq S_n$ оценка занижается, а при $|x| \rightarrow \infty$ ошибка стремительно возрастает по квадратичному закону.

Величина $SUP_x |\phi_n(x, X)|$ называется *чувствительностью статистики I_n* на выборке X . Она бесконечна для среднего и для выборочной дисперсии, ограничена для медианы и бесконечно мала при $n \rightarrow \infty$ для цензурированного (усеченного) среднего.

Разность $\phi_n(x, X) - \phi_n(y, X)$ позволяет сравнивать эффекты, возникающие при добавлении новых наблюдаемых значений в точках x и y .

В частности, медиана наиболее чувствительна к появлению новых выборочных точек в промежутке $(x_{(m)}, x_{(m+2)})$. Существует и еще ряд величин, позволяющих описывать влияние на оценку разных изменений в исходных данных. При этом желательно иметь характеристики для целей асимптотического анализа, оказывающиеся кривая влияния, введенная Ф.Хампелем [4].

5. Робастное оценивание при наличии зависимости измерений. Выше рассматривались методы построения устойчивых алгоритмов обработки независимых наблюдений. Однако в целом ряде случаев при оценке состояния СОПС по текущим наблюдениям, отдельные параметры не подчиняются условиям независимости, что приводит к существенному снижению точностных характеристик результатов такого оценивания.

В связи с изложенным выше представляет интерес возможность построения робастных оценок вектора положения для некоторых наиболее распространенных корреляционных структур, используемых для аппроксимации зависимостей реальных измерений в структуре СОПС.

Предположим, что результаты измерений $(x_1, x_2, \dots, x_n, \dots)$ представляют собой гауссов стационарный процесс авторегрессии, заданный своей коррелограммой: $\dots, \rho_{-1}, \rho_0, \rho_1, \dots, \rho_K, \dots$ где для всех значений « K » $\rho_{-K} = \rho_K$ и $\sum_{K=0}^{\infty} |\rho_K| < \infty$.

Требуется оценить параметр $Q = Ex_i$.

Рассмотрим поведение этой ситуации некоторых оценок, уже анализировавшихся для случая независимых измерений. Как показано в работе [16], все эти оценки оказываются асимптотически нормальными и несмещенными. Приведем значения их асимптотических дисперсий.

Выборочное среднее \bar{x}

$$D(\sqrt{n} \cdot \bar{x}) = \sum_{K=-\infty}^{+\infty} \rho_{|K|}, \quad (7)$$

Медиана (μ)

$$D(\sqrt{n} \cdot \mu) \approx \sum_{K=-\infty}^{+\infty} \arcsin \rho_{|K|}, \quad n \rightarrow \infty, \quad (8)$$

$$\text{Медиана Ходжеса – Лемана } (\mu_{H-L}) \\ D(\sqrt{n} \cdot \mu_{H-L}) \approx 2 \sum_{K=-\infty}^{+\infty} \arcsin \left(\frac{1}{2} \rho_{|K|} \right), \quad n \rightarrow \infty. \quad (9)$$

Среднее двух симметричных α -квантелей (середины квазиразмаха) (W_α)

$$D(\sqrt{n} \cdot W_\alpha) \approx \sum_{j=0}^{\infty} \frac{1}{(2j+1)!} H_{2j}^2(\alpha) \left[\sum_{k=-\infty}^{+\infty} \rho_{|k|}^{2j+1} \right], \quad (10)$$

где: H_j – j -ый полином Эрмита, $\alpha = \Phi(\alpha)$

Усеченное среднее ($\bar{x}_t^{(\alpha)}$)

$$D(\sqrt{n} \cdot \bar{x}_t^{(\alpha)}) \approx D_0 + 2 \sum_{K=1}^{\infty} \rho_K + \frac{4 \exp(-\alpha^2)}{(1-2\alpha)^2 \pi} \times$$

$$\times \sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{2j+1} H_{2j-1}^2(\alpha) \sum_{k=1}^{\infty} \rho_k^j,$$

где $\alpha = \Phi^{-1}(\alpha)$; D_0 – дисперсия $\sqrt{n} \bar{x}_t^{(\alpha)}$ в случае независимости измерений, причем

$$D_0 = \frac{1}{1+2\alpha} \left[\int_{-\alpha}^{+\alpha} x^2 \phi(x) dx + 2\alpha\alpha^2 \right].$$

Рассмотрим отдельно случай гауссова процесса авторегрессии первого порядка, когда результаты измерений удовлетворяют разностному уравнению

$$x_{K+1} = \rho x_K + \varepsilon_K, \quad |\rho| < 1, \quad (12)$$

где (ε_K) – нормальный белый шум. В этом случае, как известно, $\rho_K = \rho^K$ ($K=0, 1, 2, \dots$).

Тогда выражение (7) примет вид

$$D(\sqrt{n} \cdot \bar{x}) = D(\rho) = 1 + 2 \sum_{K=1}^{\infty} \rho^K = \frac{1+\rho}{1-\rho},$$

что отражено на рис. 2.

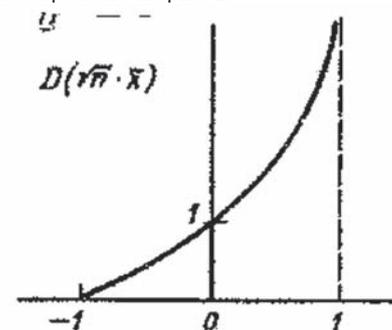


Рис. 2

На рис. 3 изображены графики относительной эффективности приведенных выше оценок по отношению к \bar{x} в зависимости от величины параметра ρ в равенстве (12) при нормальном законе распределения.

Другой важный пример зависимых измерений получается в схеме стационарного процесса авторегрессии первого порядка с маргинальным распределением Лапласа (двойным экспоненциальным распределением). Оценкой максимального правдоподобия для центра распределения Лапласа в случае независимых переменных является выборочная медиана.

В качестве одного из наиболее важных выводов, которые можно сделать из приведенных рисунков, необходимо отметить поведение медианы Ходжеса–Лемана, которая демонстрирует хорошее

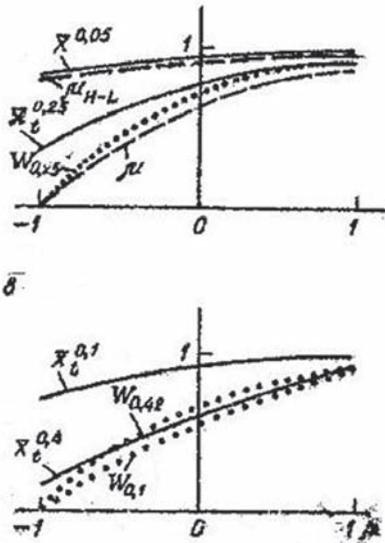


Рис. 3.

качество оценивания для обоих рассмотренных типов зависимости. Ее следует рекомендовать к использованию в особо сложных случаях засорения данных с неизвестной корреляционной структурой.

6. Робастное рекурсивное оценивание с конечной памятью. В большинстве случаев наблюдения за сложными динамическими системами, к которым относятся и СОПС, данные измерений поступают на обработку последовательно, и результат оценки состояния системы должен обновляться с поступлением каждой новой порции информации. При этом желательно организовать процесс вычислений таким образом, чтобы результат можно было не получать каждый раз заново, а только корректировать с учетом очередного поступившего измерения.

Наиболее важный шаг в этом направлении сделан авторами работы [17], которые обобщили понятие функции влияния на случай анализа временных рядов.

Если записать результат применения любой из процедур этого типа в виде линейных комбинаций текущих измерений, то видно, что измерения в них обладают свойствами экспоненциального старения: весовые коэффициенты измерений убывают по экспоненте с удалением от конечной точки.

В ряде случаев, в частности, при использовании рекурсивных процедур в качестве следящих фильтров и при анализе систем с переменной структурой такая скорость забывания устаревшей информации оказывается недостаточной. Радикальным решением в таких ситуациях является создание процедур с конечной памятью (на скользящем окне), в которых устаревшая информация полностью стирается в результате срабатывания специально сконструированного оператора забывания [18, 19]. Ниже приведен возможный подход к пост-

роению таких рекурсивных процедур, специально приспособленный для использования в их робастных модификациях при оценке состояния СОПС как сложной динамической системы.

Рекуррентный метод наименьших квадратов на скользящем окне. Пусть в рассматриваемой ситуации общей линейной модели

$$Y = AQ + \xi \quad (13)$$

(с вектором измерений $Y = (y_1, \dots, y_n)^T$, матрицей $A = (A_1^T, \dots, A_n^T)^T$, где $A_i^T = (a_{i1}, \dots, a_{ir})$ – i -я строка матрицы A , вектором оценивания параметров $Q = (v_1, \dots, v_r)^T$ и вектором случайных погрешностей $\xi = (\xi_1, \dots, \xi_n)^T$, подчиняющимся N -мерному нормальному закону $N_N(0, \sigma^2 I)$), оценка по методу наименьших квадратов $Q(n, n+l)$ получена на основе измерений: y_{n+1}, \dots, y_{n+l} с использованием строк матрицы A , начиная с $(n+1)$ -й строки и заканчивая $(n+l)$ -й строкой.

Обозначим

$$Y(n, n+l) = (y_{n+1}, \dots, y_{n+l})^T;$$

$A(n, n+l) = (A_{n+1}^T, \dots, A_{n+l}^T)^T$ – блок, состоящий из l строк матрицы A ;

$$\bar{Q}(n, n+l) = [A^T(n, n+l)A(n, n+l)]^{-1}.$$

$$\begin{aligned} \text{Тогда } \bar{Q}(n, n+l) &= \\ &= \sum (n, n+l) A^T(n, n+l) Y(n, n+l). \end{aligned} \quad (14)$$

При этом очевидно, что

$$\begin{aligned} E\bar{Q}(n, n+l) &= Q; \\ \text{cov } \bar{Q}(n, n+l) &= \sigma^2 \sum (n, n+l); \\ Q(n, n+l) &\in N_r[Q, \sigma^2 \sum (n, n+l)]. \end{aligned}$$

В этом случае оператор введения нового измерения определяется следующим образом:

$$\bar{Q}(n, n+l+1) = \bar{Q}(n, n+l) + K^{(1)}(n, n+l) [y_{n+l+1} - A_{n+l+1}^T \bar{Q}(n, n+l)]; \quad (15)$$

$$\begin{aligned} K^{(1)}(n, n+l) &= \sum (n, n+l) A_{n+l+1} \rightarrow \\ &\leftarrow [I + A_{n+l+1}^T \sum (n, n+l+1)]; \end{aligned} \quad (16)$$

$$\begin{aligned} \sum (n, n+l+1) &= \\ &= [I - K^{(1)}(n, n+l+1)] \sum (n, n+l). \end{aligned} \quad (17)$$

Или в развернутой форме $\sum (n, n+l+1) = \sum (n, n+l) - \sum (n, n+l) A_{n+l+1} [A_{n+l+1}^T \sum (n, n+l) A_{n+l+1}]^{-1} A_{n+l+1}^T \sum (n, n+l)$. (18)

Оператор забывания определяется при этом так:

$$\bar{Q}(n+1, n+l+1) = \bar{Q}(n, n+l+1) - K^{(2)} \times (n, n+l+1) [y_{n+1} - A_{n+1}^T \bar{Q}(n, n+l+1)]; \quad (19)$$

$$K^{(2)}(n, n+l+1) = \sum (n, n+l+1) A_{n+1} \times [I - A_{n+1}^T \sum (n, n+l+1) A_{n+1}^T]^{-1}; \quad (20)$$

$$\begin{aligned} \sum (n, n+l+1) &= [I + K^{(2)}(n, n+l+1) A_{n+1}^T] \times \\ &\times \sum (n, n+l+1). \end{aligned} \quad (21)$$

Или в развернутой форме $\sum (n+1, n+l+1) = \sum (n, n+l+1) + \sum (n, n+l+1) A_{n+1} [I - A_{n+1}^T \sum (n, n+l+1) A_{n+1}^T]^{-1} \times A_{n+1}^T \sum (n, n+l+1)$. (22)

Векторы $K^{(1)}$ и $K^{(2)}$ называются соответственно *коэффициентом передачи при введении нового измерения* и *коэффициентом передачи при забывании*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье изложены подходы к формированию алгоритмов, прогнозирующих и в определенной степени устраняющих нестабильность в обработке измерительной информации, характеризующей состояние сложной динамической системы и связанную со значительной неопределенностью ее вероятностных свойств.

Использование данного подхода при проектировании СОПС позволяет в определенной мере решить одну из основных задач – снижение вероятности ее ложных срабатываний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гильбо Е.П., Челпанов Е.Б., Шевляков Г.Л. Робастное приближение функций в условиях неопределенности // Автоматика и телемеханика. – 1979. – №4. – С. 51–60.
2. Ершов А.А. Стабильные методы оценки параметров // Автоматика и телемеханика. – 1978. – №8. – С. 66–100.
3. Мостеллер Ф., Тьюки Дж. Анализ данных и регрессия. – М., 1982, вып. 1–2.
4. Хампель Ф., Рончетти Э., Рауссеу П., Штаэль В. Робастность в статистике: Подход на основе функций влияния. – М., 1989, 512 с.
5. Хьюбер П. Дж. Робастность в статистике. – М., 1984, 303 с.
6. Викторов А.Д., Шашкин А.К. Принципы построения систем и сетей судовой связи. Учеб. пособие. – Л., 1985, 63 с.
7. Время и частота / Под ред. Дж. Джесперсена. – М., 1973, 213 с.
8. Палий Г.Н., Артемьева Е.В. Синхронизация высокоточных мер времени и частоты. – М., 1976, 150 с.
9. Построение судового радиооборудования / Под ред. В.И.Винокурова. – Л., 1982, 232 с.
10. Стогов Г.В., Махшинов А.В., Мусаев А.А. Статистическая обработка результатов измерений по неполной выборке. Зарубежная радиоэлектроника. 1979, №10, стр. 3-21.
11. Колесник В.А., Махшинов А.В., Мусаев А.А. Исследование методов построения алгоритмов диагностирования и прогнозирования состояния судовых ЭУ и систем. – Л.: Изд. ЦНИИ «Рубин», 1990, 51 с.
12. Колесник В.А. Статистический синтез робастифицированных методов контроля состояния СТС и его приложение к разработке диагностических комплексов СЭУ. Л.: Изд. ЛВВМИУ, 1990, 380 с.
13. Колесник В.А., Солонько В.А., Круглиевский В.Н. Контроль пожарной опасности в корабельных помещениях как задача распознавания образов // Морской вестник. – 2006. – № 3 (19).
14. Huber P.J. Robust estimation of location parameter // Ann. Math. Statist. – 1964. – Vol. 35. – P. 73–101.
15. Эльясберг П.В. Определение движения по результатам измерений. М., 1976, 416 с.
16. Gastwirth Z.L., Rubin H. The behavior of robust estimates on dependent data // Ann. Statist. – 1975. – Vol.3. – P. 1070–1100.
17. Martin R.D., Yohai V.J. Influence functions for time series // Ann. Statist. – 1986. – Vol. 14. – P. 781–855.
18. Адаптивные фильтры / Под ред. А.Ф. Коуэна, П.М. Гранта. – М., 1988, 388 с.
19. Мусаев А.А. Рекурсивные фильтры с конечной памятью. – Мат-лы Всесоюз. школы – семинара по параметрическим и робастным методам в кибернетике / Под ред. Ф.П. Тарасенко. – Томск. – 1987, ч.2, с. 321–327. ■

В последнее время в обществе развернулась активная дискуссия по поводу необходимости запрета или ужесточения правил применения и регистрации травматического оружия. Причиной тому явилось значительное количество случаев, когда его применение заканчивалось летальным исходом. В нашей статье пойдет речь об одном из самых экзотических средств воздействия на нарушителя – подводных средствах нелетального воздействия.

Примечательно, что многие российские компании-интеграторы с начала 2000-х гг., предчувствуя активное освоение шельфа, разместили на своих сайтах ряд предложений по оснащению объектов повышенной опасности и других подобных данными средствами. Судя по тому, что к настоящему времени большинство из этих предложений с сайтов исчезло, им пришлось столкнуться или с отсутствием спроса и интереса, или с правовой коллизией при внедрении данной продукции на рынке.

В настоящее время риск террористических актов в отношении морских и прибрежных объектов еще не до конца оценен экспертным сообществом. Во-первых, статистика либо отсутствует, либо крайне скудна, во-вторых, способы противодействия (особенно подводным атакам) находятся вне правового поля функционирования ведомственной охраны объектов и/или на стыке с компетенцией государственных силовых ведомств.

Итак, разберемся вначале с терминологией. *Оружие нелетального действия* (ОНД) при обычном применении не должно приводить к гибели или серьезным травмам у тех, против кого оно направлено. К ОНД относятся устройства и предметы, предназначенные для быстрой нейтрализации противника с минимальным ущербом для его жизни и здоровью.

Использование нелетального оружия призвано свести к минимуму возможность непреднамеренных жертв. Полностью это исключить невозможно, но такие случаи должны стать крайне редкими. Поскольку различные части тела человека отличаются по степени уязвимости, а сами люди различаются по физическому состоянию, то любое оружие, способное выводить из строя, вероятно, будет способно при определенных обстоятельствах стать орудием убийства.

Специальные средства несмертельного действия (в некоторых источниках – специальные средства нелетального действия, спецсредства) – это комплекс механических, химических, электрических и светозвуковых устройств, используемых правоохранительными органами и спецслужбами для психофизического, травматического и удерживающего действия на правонарушителя, временного вывода его из строя,

ПОДВОДНОЕ НЕЛЕТАЛЬНОЕ ОРУЖИЕ. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РОССИИ

К.А. Смирнов, генеральный директор,
И.А. Моряков, 1-й зам. генерального директора,
С.Л. Ражев, зам. начальника отдела,
А.О. Попко, зам директора департамента,
ЗАО «Морские навигационные системы»,
контакт. тел. (812) 320 3840

а также армейским спецназом для захвата противника живым.

Эти два понятия ни в коем случае не следует путать. Устройства и предметы, классифицирующиеся как *оружие*, применяемое в каждой воинской части, органе внутренних дел или органе государственной безопасности и в ряде других организаций/учреждений, а также в частных охранных предприятиях, подлежат обязательному внесению в опись и книгу номерного учета и закрепления оружия согласно своему индексу. Как следствие, их утеря или поломка влекут за собой более строгую ответственность, в том числе уголовную. Утеря же спецсредств влечет за собой дисциплинарную и материальную ответственность. Точно также различается ответственность за несанкционированное гражданское хранение либо ношение оружия и спецсредств. Хранение либо ношение оружия влечет за собой уголовную ответственность, спецсредств – административную. Оружие подлежит обязательному закреплению за военнослужащим/сотрудником согласно организационно-штатному расписанию либо сдается на длительное хранение. Спецсредства могут быть учтены как имущество подразделения/организации, при этом не будучи закрепленными за кем-либо персонально.

Можно ли считать подводные средства воздействия на нарушителя оружием или все это является спецсредствами? Давайте рассмотрим имеющиеся на рынке предложения.

Комплекс средств нелетального воздействия «Зевс» (рис. 1). Травматическое действие этого комплекса основано на использовании излучателей, разработанных в АКИН, которые создают в воде мощный направленный гидроакустический импульс. Проникая в тело человека, этот импульс создает наиболее тяжелые повреждения в тех органах, которые имеют неравномерную плотность составных частей или в которых содержится воздух: легкие, желудок, кишечник, костные пазухи и ушные раковины.



Рис. 1. Комплекс «Зевс», излучатель

ны. В легких и кишечнике при сильном гидроакустическом воздействии обнаруживаются разрывы ткани. В ходе медикобиологических исследований были определены параметры гидроакустического импульса, соответствующие различным уровням физиологического воздействия: летального, тяжкие телесные повреждения, повреждения средней степени тяжести, а также легким повреждениям и болевому воздействию*.

Вызывают несомненный интерес подробности проведенных испытаний и те допущения, которые были приняты в ходе них, так, в частности, импульс будет оказывать разное воздействие на организм подготовленного боевого пловца и, например, дайвера-любителя. Несомненно, с результатами этих испытаний было бы логично ознакомить профессиональное сообщество, однако на официальном сайте компании-производителя в России эта информация отсутствует. Учитывая возможность нанесения этим средством летального воздействия при изменении параметров импульса, следует отметить «Зевс» именно к ОНД со всеми вытекающими последствиями, хотя производитель заявляет, что применение не требует специальных разрешений. Последнее утверждение верно лишь в силу того, что отсутствует необходимая разрешительная нормативно-правовая база, при этом не принимается во внимание фактор ответственности (в том числе уголовной) за нанесение ущерба

* Информация приведена с официального сайта «Тетис-дыхательные системы» (Украина) и «Тетис-ПРО» (РФ)

здоровью нарушителя, чей преступный умысел при применении к нему комплекса не является установленным доподлинно. Даже покупка травматического пистолета требует регистрации и оформления разрешительных документов, не говоря уже о средстве, способном нанести «наиболее тяжелые повреждения в тех органах, которые имеют неравномерную плотность составных частей или в которых содержится воздух: легкие, желудок, кишечник, костные пазухи и ушные раковины».

Спецсредство, так называемый Air-Gun Diver Interdiction System (DIS) производства компании «HAI (США) Hydroacoustic Inc» (рис. 2).



Рис. 2. Излучатель AirGun DIS

Надо отдать должное компании-производителю, опубликовавшему в сети Internet совместно с Береговой охраной США материалы испытаний в объеме 152 страниц*. Испытания были проведены достаточно кропотливо и в результате было получено заключение об экологической безопасности применения средства.

Работа AirGun DIS (рис. 3–5) основана на излучении в толще воды серии кратковременных акустических импульсов, мощность и частота их таковы, что не вызывают летальных повреждений в любом случае. Об этом свидетельствуют вышеуказанные материалы испытаний.

Устройство AirGun DIS (рис. 6) предельно просто, оно состоит из: блока баллонов; блока управления; комплекта кабелей и шлангов; излучателя.

В отличие от первого образца последующие AirGun DIS обладают большей мобильностью, гибкостью и универсальностью. AirGun DIS является системой, не сколько поражающей нарушителя, сколько удерживающей его от совершения им противоправных действий, не нанося при этом ему ущерба.

В зависимости от размеров излучателя и возможности подачи сжатого воздуха дальности действия могут быть различными (табл. 1).

Рассмотрим теперь правовые аспекты применения данных средств. Безусловно, в силу своей специфики данное оборудование может применяться только на определенных объектах, лежащих у уреза воды, находящихся на шельфе или в акваториях портов. В связи с этим кратко обозначим основные нормативно-правовые акты, регламентирующие физическую защиту указанных объектов.

* <http://www.uscg.mil/hq/cg4/cg47/docs/FinalIAS-SanPedro.pdf>

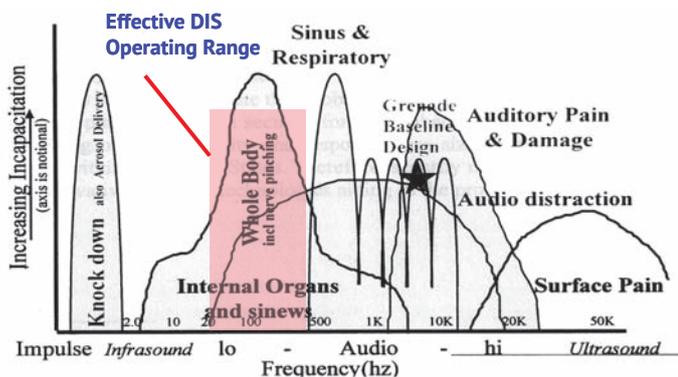


Рис. 3. Диаграмма импульса AirGun



Рис. 4. Варианты применения AirGun DIS.

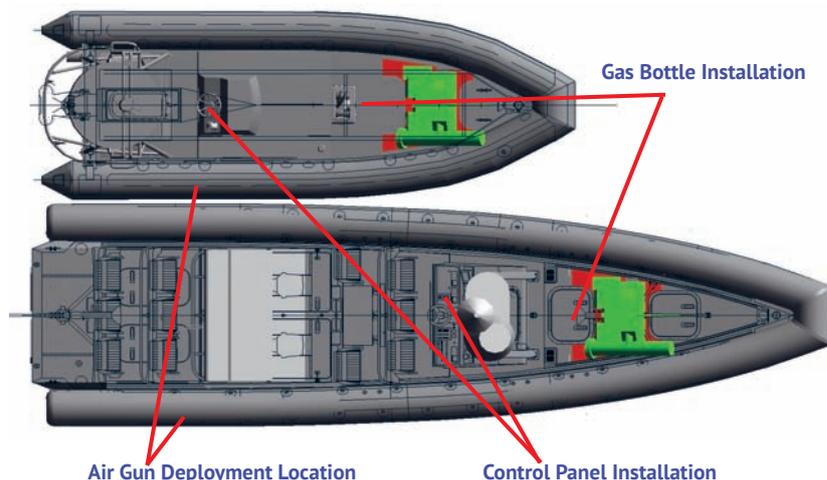


Рис. 5. Компоновка оборудования на лодке типа RHIB

Дальность действия DIS

Таблица 1

# of 10 inch3 Air Guns Discharged	Range (yd/M)	Peak Pressure (dB)
Single	60/55	190 (Note 1)
Single	600/550	170 (Note 2)
Five (Simultaneous)	600/550	184 (Note 3)
Five (Simultaneous)	1200/1100	178 (Note 3)
Ten (Simultaneous)	600/550	190 (Note 3)
Ten (Simultaneous)	1200/1100	184 (Note 3)



Рис. 6. Структура AirGun DIS

Объекты могут охраняться государством или ведомственной охраной. Перечень объектов, подлежащих государственной охране, определяется постановлением Правительства РФ №587 от 14.08.1992.

Федеральным законом «О морских портах в РФ и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» от 8 ноября 2007 г. №261-ФЗ в ст.15, пп. 4–5 охрана порта, его акватории и границ предписывается подразделениям ведомственной охраны эксплуатанта порта или соответствующими подразделениями органов внутренних дел (вневедомственная охрана).

Что касается объектов инфраструктуры морского транспорта, то порядок охраны ведомственной охраной портовых средств определен приказом Минтранса РФ от 24 ноября 2008 г. №192 «Об утверждении порядка организации охраны объектов ведомственной охраной Министерства транспорта РФ», где в п. 125 идет перечисление нормативно-правовых актов, в соответствии с которыми охрана портового средства должна быть организована. Пункт 126 приказа конкретизируют меры безопасности, которые должны быть обязательно предусмотрены, к ним относятся в том числе:

- меры охраны при организации доступа в портовое средство;
- при взаимодействии портового средства с судном.

Федеральный закон «О ведомственной охране» от 14 апреля 1999 г. №77-ФЗ определяет организацию, полномочия и перечень разрешенного к использованию оборудования и специальных средств. Конкретные нормы обеспечения подразделений оружием и спецсредствами определены в Постановлении Правительства РФ от 30 декабря 1999 г. № 1436 «О специальных средствах и огнестрельном оружии, используемых ведомственной

охраной». Среди них отсутствуют оружие и специальные средства, способные оказать противодействие рассматриваемым в данной статье угрозам.

В то же время Постановлением Правительства РФ от 6 июня 2007 г. №352 «О мерах по реализации Федерального закона «О противодействии терроризму» принято «Положение о применении оружия и боевой техники ВС РФ для устранения угрозы террористического акта во внутренних водах, в территориальном море, на континентальном шельфе РФ и при обеспечении безопасности национального морского судоходства, в том числе в подводной среде и для пресечения такого террористического акта».

Примечательно, что данным положением также регламентируются способы оповещения о наличии подводной угрозы и применение защитных средств:

П. 11. Для оповещения подводного объекта и принуждения его к всплытию и остановке подаются предупредительные сигналы. Предупредительные сигналы подаются путем подрыва в воде взрывных источников звука, при этом принимаются все меры, чтобы исключить поражение объекта.

П. 12. Оружие военных кораблей (летательных аппаратов) Вооруженных Сил Российской Федерации при угрозе нападения из подводной среды применяется по подводному объекту без предупреждения в случае, если он обнаружен внезапно внутри запретного для плавания или временно опасного для плавания района либо движется с большой скоростью в направлении военного корабля, плавательного средства, охраняемого объекта и по своим параметрам может классифицироваться как самоходный подводный транспортный заряд взрывчатого вещества (торпеда) и промедление в применении оружия может привести к гибели людей либо наступлению экологической катастрофы.

Также указывается необходимость проведения данных действий с минимальной угрозой для безопасности людей, функционирования плавательных средств и охраняемых объектов.

Итак, напрашиваются следующие выводы:

Не существует нормативно-правовой базы, обеспечивающей возможность применения подводного нелетального оружия силами ведомственной охраны.

Разграничение понятий «нелетальное оружие» и «средства нелетального воздействия» весьма условно, и в целях минимизации рисков необоснованного поражения объекта следует по умолчанию признать оружием все те средства, где есть даже возможность летального исхода по результатам применения.

Определение принадлежности оборудования к оружию или же спецсредствам должно осуществляться заключением уполномоченного органа после всесторонних испытаний, при этом наличие международного опыта эксплуатации оборудования должно являться преимуществом.

Оптимальными с точки зрения использования следует признать средства, обладающие следующими свойствами: мобильностью; простотой; отсутствием необходимости в целеуказании (круговое действие); универсальностью по носителю; нелетальностью при любых условиях.

Назрела необходимость ввести в отношении подобных средств термин «средства неконтактного удержания нарушителя» (СНУН) как наиболее точно отражающий суть и назначение оборудования.

Исходя из вышесказанного, следует признать, что без соответствующей нормативной проработки применение средств наподобие комплекса «Зевс» проблематично, а в ряде случаев и вовсе недопустимо. Возможно, подобная продукция найдет своего заказчика среди ограниченного круга спецподразделений силовых ведомств, в то же время оборудование вроде AirGun DIS, являясь средством сдерживания, а не поражения, действительно перспективно и может найти широкое применение. ■

МОРСКАЯ ИНДУСТРИЯ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК И «ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР»

*Д. Толстых, ст. помощник капитана, компания «СМА СГМ»,
контакт. тел. +7 909 5903999*

Транспортная индустрия существует столько же, сколько и человеческая цивилизация. За это время технологии перевозок позволили превратить международный транспортный процесс в отлаженный механизм. По жесткому расписанию и планированию работают железнодорожный и автомобильный транспорт. Морской транспорт остается сферой, где, несмотря на применение современных технических и организационных мер, до сих пор не удается достичь гарантии безопасности. Судовладельцы, грузоотправители и страховые компании лишь фиксируют на основе статистики происшествий на море вероятность потерь в процессе эксплуатации флота и стремятся к снижению процента аварийности. При этом определяются причины происшествий для поиска путей их устранения.

Многочисленные эксперты, исследующие различные аспекты повышения безопасности на море, единодушно указывают в качестве наиболее частой причины происшествий «человеческий фактор». Настораживает то, что формулировка стала уже практически стандартной и часто указывается даже без проведения должного разбирательства. Следует уточнять «фактор» какого человека имеется в виду: того ли, который непосредственно перед происшествием нарушил предписание и это привело к аварии, или другой человек, который за долгое время до происшествия создал предпосылки для неизбежного развития происшествия.

Разбор практически всех происшествий показывает, что теоретически капитану всегда можно поставить в вину любой аварийной ситуации. Правда, этот вывод, как правило, делается уже задним числом с использованием знания развития ситуации.

Факторов, оказывающий негативное влияние на принятие решения, которое может поставить под угрозу соблюдение безопасности грузоперевозок, огромное множество. Это и отношения с судовладельцем и фрахтователем, и техническое состояние оборудования, и неудовлетворительное снабжение, и увеличение нагрузки и сокращение количества членов экипажей, что приводит к его членов к стрессу, и многое другое. Из действительно негативных проявлений человеческого фактора надо назвать низкий профессионализм, некомпетентность, недостаток опыта кадров.

Современные средства связи позволяют компаниям контролировать и вмешиваться в действия капитана, при этом без всякой персональной ответственности. Находясь под постоянным давлением судовладельца, капитан все чаще вынужден искать компромисс

между экономией времени рейса и безопасностью.

Так, на контейнеровозах крепление должно осуществляться профессиональными стивидорами. Но бывают случаи, когда по разным причинам палубные контейнеры крепятся с нарушением «Руководства о креплении для данного судна», или просто недостаточно тщательно.

Часто ответственность возлагается на участников процесса, которые физически не могут проконтролировать все и выявить возможные ошибки других участников грузоперевозок. Например, нередко при погрузке контейнера, у которого днище загрязнено нефтесодержащими веществами, в случае дождя возможно нефтяное загрязнение содержимого контейнера, но за это уже будет нести ответственность администрация судна.

Во многих странах взаимоотношения с властями напоминает охоту, где капитан и экипаж превращаются в кроликов, а представители властей – «охотниками за ошибками экипажа», что не добавляет комфорта в работе и реальной безопасности.

Например, почти в каждом африканском порту соскочивший со швартового конца противокрысиный щиток является большой проблемой, а за его отсутствие следует штраф (до нескольких тысяч долларов наличными). В то же время безопасность проведения грузовых операций на борту властей совершенно не интересует.

В Финском заливе на фарватере, которым суда выходят из Санкт-Петербурга, ежегодно происходят посадки на мель из-за того, что вахтенные помощники засыпают на мостике. При этом причинами называют «человеческий фактор», и никогда не берутся в расчет условия захода в Санкт-Петербург. Длительное прохождение Морским каналом с лощаном, гипертрофированный процесс оформления формальностей, сложные и затянутые грузовые операции – все это строго соответствует законодательству, правилам и инструкциям, но крайне заформализованно. Если судно работает под российским флагом, перед отходом его еще ждет обязательная инспекция госконтроля. Грузовые операции не отличаются вы-

сокой скоростью, организованностью и порядком. Русскоязычные экипажи также часто имеют желание выкроить время и выйти за пределы портового забора, увидеть семью. В результате пребывание в порту для экипажа превращается в многодневный стресс, периодически заканчивающийся навигационной аварией на выходе из порта. Истинного виновника здесь найти невозможно, поэтому виноват будет капитан. И это проблемы не только нашего региона.

Все большее количество судов фидерного флота (которые составляют большой процент судов, работающих на Балтике) имеют в качестве вахтенного офицера на мостике только капитана и старшего помощника, которые несут ходовую вахту по шесть часов через шесть. Количество членов экипажа не позволяет держать на мостике еще и наблюдателя.

В Великобритании, по данным МАИВ, в частности, из-за того, что на мостике навигационную вахту несет один штурман без наблюдателя, ежегодно происходит шесть посадок на мель, а за последние пять лет – и более 56% всех столкновений и посадок на мель.

Круизное судно «Sea Diamond» затонуло через 15 часов после удара о неотмеченные на карте рифы во время маневров для отдачи якоря у о. Санторини 5 апреля 2007 г. Эвакуация 1195 пассажиров и 300 членов экипажа проходила в «безаваральном» порядке по инструкции компании. Два пассажира пропало без вести в ходе эвакуации. Капитан Янис Маринос якобы получал инструкции после эвакуации пришвартоваться у плавдока, но судно было буксировано и затонуло. Есть подозрения о махинациях со страховкой. Роль влияния руководства компании на принятие решений капитаном в данном случае определить затруднительно, так как официальная версия менялась несколько раз. Но пресса определила причину – «человеческий фактор».

Думается, необходимо четче определить и дифференцировать понятие «человеческий фактор». Этот термин слишком расплывчат и очень часто в расследовании происшествий служит поводом для возложения ответственности на ближайшего к инциденту исполнителя. ■

Вследствие объективного возрастания значения Мирового океана для человечества, его исключительного ресурсного потенциала, а также проблем возможного межгосударственного раздела (правового закрепления) районов дна Мирового океана в будущем одной из приоритетных задач социально-экономического развития нашей страны является морская деятельность.

Учитывая возрастающий интерес к Арктическому региону, его геополитическое значение и перспективность для экономики РФ, одним из ключевых положений современной морской технической политики государства является обеспечение долгосрочного проведения различных видов морской деятельности в экстремальных природно-климатических условиях, включая ледовые.

С развитием Арктического региона прямо связано обеспечение национальных интересов страны, решение долгосрочных задач государства, его конкурентоспособность на глобальных рынках. В настоящее время в этом регионе производится около 20% валового внутреннего продукта России и 22% общероссийского экспорта. В российской части Арктики сосредоточено около четверти мировых ресурсов углеводородов, более 71% ресурсов нефти и свыше 88% газа. Здесь находится имеющая важнейшее значение для России трансконтинентальная система – Северный морской путь (СМП), развитие которой позволит связать воедино европейские и дальневосточные морские и речные пути, что будет способствовать снижению транспортных расходов и оживлению деловых связей российских и зарубежных партнеров.

Главными целями государственной политики РФ в Арктике в сфере социально-экономического развития являются расширение ресурсной базы Арктической зоны, способной в значительной степени обеспечить потребности страны в углеводородных ресурсах, водных биологических ресурсах и других видах стратегического сырья [1, 2].

Цели государственной политики по превращению Арктики в ресурсную базу России XXI в., связанные с изучением и освоением ресурсов нефти и газа, будут достигаться за счет решения политических, международно-правовых, ресурсных, нормативно-правовых, информационно-аналитических, технико-технологических задач.

Особенностями Арктической зоны РФ, оказывающими влияние на формирование государственной политики в Арктике, являются экстремальные природно-климатические условия, включая постоянный ледовый покров или дрейфующие льды в арктических морях.

ЛЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ В АРКТИКЕ

*С.П. Алексеев, д-р техн. наук, проф., генеральный директор,
С.Б. Курсин, канд. техн. наук, зам. генерального директора, ОАО «ГНИНГИ»,
контакт. тел. (812) 322 6643*

Эти особенности состоят в следующем:

большой продолжительности ледового периода (в среднем с 15 окт ября по 15 июля);

большой толщине льда (у о. Белый средняя толщина ровного льда в период максимального развития 1,5 м, максимальная – 2,0 м;

высокой вероятности сжатий ледяного покрова, высокой торосистости припая, быстрой забиваемости ледовых каналов, высокой вероятности образования снежно-ледяной подушки;

высокой повторяемости обледенения судов в осенний период (в октябре повторяемость обледенения судов превышает 50%).

При разработке морских нефтегазовых месторождений и транспортировке углеводородов на акватории Арктического шельфа, проведении научных изысканий, включая гидрографические работы, обеспечении судоходства ледяной покров оказывает мощное силовое воздействие на объекты морской деятельности (суда, гидротехнические сооружения и т.п.), что заставляет предусматривать дополнительные меры борьбы с ледовыми нагрузками (усиливать конструкции морских объектов, разрабатывать и совершенствовать ледовые технологии и т.д.). В настоящее время в Арктике предлагаются и широко используются на практике такие методы борьбы с ледовыми затруднениями, как ледовая проводка морских объектов.

В контексте изложенного, представляется актуальным кратко проанализировать опыт ОАО «ГНИНГИ» и полученные результаты реализации первого этапа решения одной из важных задач основ государственной политики Российской Федерации в Арктике – проведения гидрографических, геолого-геофизических, картографических и других работ по подготовке дополнительных материалов для обоснования внешней границы Российской Федерации в Северном Ледовитом океане [3].

В 2009 г. ГНИНГИ Минобороны России был разработан технический проект на выполнение дополнительных гидрографических работ по определению и обоснованию внешней границы континентального шельфа РФ в Северном Ледовитом океане.

После детального рассмотрения проекта и его независимой экспертизы в качестве основного был признан вариант с использованием научно-исследовательского судна «Академик Федоров» при его проводке атомным ледоколом «Ямал» (рис. 1).



Рис. 1. Выполнение гидрографических работ методом ледовой проводки

Основная задача этих работ состояла в том, чтобы с новыми данными о ключевых параметрах рельефа Северного Ледовитого океана и природе хребтов Ломоносова и Менделеева обеспечить через Комиссию ООН включение в континентальный шельф России в Северном Ледовитом океане дополнительной площади 1,2 млн. км² с ресурсами углеводородов 4,9 млрд. т условного топлива.

Для проведения работ институт сформировал консорциум в составе Арктического и антарктического НИИ Росгидромета, государственных предприятий «Атомфлот», «ВНИИОкеангеология» и других организаций.

Как показали результаты исследований, для обоснования внешней границы континентального шельфа в Арктике в соответствии с требованиями научно-технического руководства Комиссии ООН по границам континентального шельфа необходимо (что было сделано) проведение дополнительных гидрографических

работ в объеме не менее 12 тыс. линейных километров. Выполнение такого объема работ за один сезон (июль–октябрь) – исключительно сложная научно-техническая задача, для решения которой и была организована экспедиция на научно-исследовательском судне «Академик Федоров». Для обеспечения работ в сложных ледовых условиях в экспедиции участвовал один из самых мощных атомных ледоколов «Ямал».

В июне 2010 г. было проведено дооборудование НЭС «Академик Федоров» современным гидрографическим и спутниковым навигационным комплексами с характеристиками, удовлетворяющими требованиям Комиссии ООН.

Плановые гидрографические исследования в районе для проведения съемки на отдельных профилях начались 4 августа и успешно завершились 16 октября 2010 г. В процессе работы в море проведены:

- съемка рельефа дна на основных профилях;
- съемка рельефа дна на межгалсовых переходах и на контрольных галсах;
- наледные сейсмические зондирования;
- гидрологические наблюдения.

Съемка рельефа дна осуществлена на основных профилях общей протяженностью более 9300 лин.км, на междугалсовых переходах – 4004 лин.км (рис. 2).

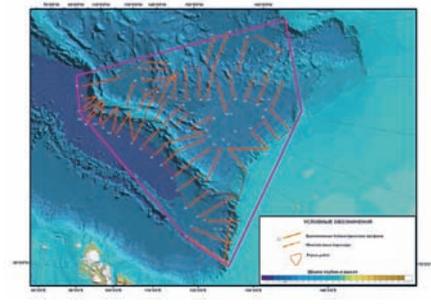


Рис. 2. Схема работ НЭС «Академик Федоров» в 2010 г.

Выполнено 250 сейсмозондирований общей протяженностью 760 лин.км,

проведены гидрологические зондирования на 89 станциях, выполнены работы на 23 глубоководных комплексных гидрологических станциях, 8 ледовых разведок.

В целом результаты проведенных исследований соответствуют основным требованиям Комиссии ООН по внешней границе континентального шельфа, обосновывающим положение подножия континентального склона.

Однако в настоящее время усложнение задач ледового обеспечения связано не только с необходимостью проводки судов или строительства сооружений во льдах, а с кардинальным решением их долгосрочного пребывания в одном районе или точке с целью проведения различных видов морской деятельности (изыска-

тельских исследований, разведки и добычи углеводородов, др. ресурсов и т. п.).

Исходя из оценки природных факторов (опасные гидрометеорологические явления, ледовые и литодинамические явления и др.), можно сказать, что риск ледовых воздействий на объекты морской деятельности (прежде всего объекты обустройства морских нефтегазовых месторождений) арктического региона предопределяет наличие проблемы обеспечения устойчивости функционирования указанных объектов в условиях ледовых образований и айсберговой опасности. Это вызывает необходимость совершенствования существующих и разработки новых технологий работ во льдах.

При реализации ледовых технологий, как правило, имеют в виду два основных направления работ – ледовый мониторинг и непосредственное предотвращение ледовых воздействий. Работы в этих направлениях за рубежом, в частности в Канаде, нормативно закреплены понятием *ледового менеджмента* как комплекса мер обеспечения безопасности морских объектов от угроз воздействия на них ледовых образований. Именно существующие ледовые затруднения и возможные появления айсбергов в районах Арктического шельфа России обуславливают необходимость разработки комплекса мер по мониторингу ледовой обстановки и борьбы с ледовыми опасностями (рис. 3).



Рис. 3. Технологии работ во льдах

При оценке возможности ледового менеджмента целесообразно учитывать современные данные об изменении климата. В частности, в докладе «Официальный прогноз» (4-й доклад, 2007 г.) Межправительственной группы экспертов по изменению климата утверждается:

- за последние 20 лет скорость роста температуры над сушей составила 0,27С в 10 лет, а в Арктике в 2 раза выше и к 2050 г. по отношению к 1950 г. температура здесь вырастет на 3° и более;
- скорость уменьшения площади льдов в северном полушарии составляет $-33 \pm 7.4 \cdot 10^3$ км² в год, и к 2080–2100 гг. в Северном Ледовитом океане не останется многолетнего льда, а летом лед будет исчезать;
- к 2100 г. уровень океана повысится на 20–60 см без учета ускоренного

таяния ледников, вызванного просачиванием талой воды к их основанию.

Косвенным подтверждением этой гипотезы являются сообщения британских ученых об ослаблении Гольфстрима (Североатлантического течения) за последние пять лет.

Таким образом, проблемы изменения климата на ближайшую перспективу из теоретической плоскости все больше переходят в практическую и поэтому нуждаются в глубоком изучении, особенно в Арктике.

В настоящее время для реализации ледового мониторинга используются самые различные методы и технические средства (рис. 4), а перспективы его развития связываются со следующими факторами:

- создание многоцелевой космической системы «Арктика» (планируемый срок ввода 2014 г., разработчик «Роскосмос»);
- продолжение экспедиционных исследований, в том числе по проблеме границы континентального шельфа России;
- развитие системы гидрометеобеспечения в Арктике;
- совершенствование сети наблюдений, развитием средств и методов мониторинга природной среды, в том числе дистанционных;
- развитие береговой инфраструктуры приема спутниковой информации;
- развитие численных моделей природной среды и их практическим применением в обеспечении морской деятельности в Арктике;
- расширение международного сотрудничества.

Что касается борьбы с ледовой опасностью, то с этой целью необходимо использовать перспективные ледовые технологии. По нашей оценке, именно такой подход позволит разрешить актуальный вопрос современной технической политики освоения Арктики. В настоящее время в области разработки ледовых технологий имеется *значительный потенциал*, накопленный рядом ведущих организаций:

- ГУ «Арктический и антарктический НИИ» Росгидромета (анализ и прогноз гидрометеорологических условий и состояния ледяного покрова, комплексные исследования природной среды Арктики);
- Северное УГМС Росгидромета (оперативное гидрометеорологическое обеспечение);
- ГУ НИЦ «Планета» (спутниковые изображения и результаты их анализа);
- ИТЦ «СканЭкс» (оперативная спутниковая информация в том числе от КА с РЛССА типа «Radarsat»);

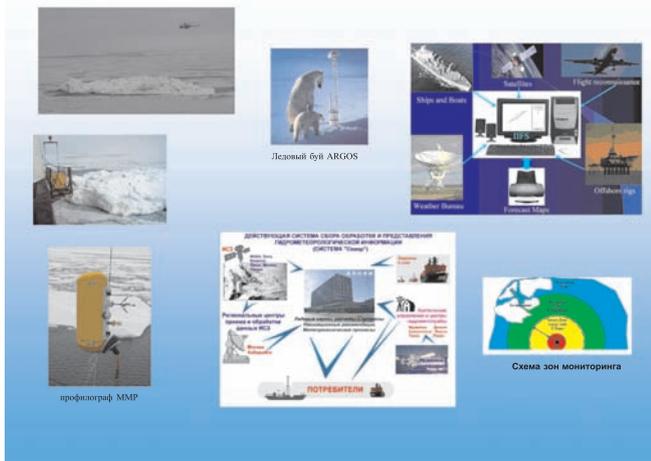


Рис. 4. Технические средства ледового мониторинга

- ГУ РЦ «Мониторинг Арктики» (экологический мониторинг);
- Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра РАН (прикладные исследования в области морской биологии и океанографии)

только накоплен опыт разработок, но и получены результаты практических экспериментов, например, по созданию незамерзающих полыней на определенной акватории и т. п. Не претендуя на всеобъемлющее обобщение имеющихся в данной области данных, нами предлагается



Рис. 5. Технологии искусственной модификации ледяного покрова

- ОАО «Арктические морские инженерно-геологические экспедиции» – АМИГЭ (геологические, геодезические, гидрографические и гидрометеорологические изыскания) и др.

ряд технологий искусственной модификации ледяного покрова (рис. 5).

Решение рассматриваемой проблемы должно быть комплексным и многоплановым. Оно состоит в реализации взаимосвязанных организаци-

онных и технических мер обеспечения безопасности функционирования объектов морской деятельности (морских объектов разведки, добычи и морской транспортировки углеводородов, гидрографических, исследовательских, рыболовных судов и т.п.) от угроз воздействия на них ледовых образований и направлено на снижение рисков морской деятельности. Это позволит разработать и внедрить новые виды техники и технологий для освоения морских месторождений полезных ископаемых и водных биологических ресурсов в арктических условиях, а также в покрытых льдом районах.

С этой целью, на наш взгляд, необходимо использование прежде всего таких технологий, которые позволили бы работать во льдах, что возможно осуществить с помощью перспективных ледовых технологий, разработка которых – актуальный вопрос современной технической политики освоения Арктического шельфа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу. (Утверждены Указом Президента РФ от 18.09.2008 г., Пр-1969).
2. Морская доктрина РФ на период до 2020 г. // Красная Звезда. – 2003. – 23 августа.
3. Алексеев С.П., Курсин С.Б. Современные технологии и опыт батиметрических исследований в центральной части Арктики. – Мат-лы докл. Международ. науч.-практич. конференции «Инновации как фактор устойчивого развития Арктики». – Салехард, 2010. ■

Рецензент: П.И. Малеев, д-р техн. наук.

НГО-2011 СЕДЬМАЯ РОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «НАВИГАЦИЯ, ГИДРОГРАФИЯ И ОКЕАНОГРАФИЯ: ПРИОРИТЕТЫ РАЗВИТИЯ И ИННОВАЦИИ МОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ» Санкт-Петербург, 18–20 мая 2011

Государственный научно-исследовательский навигационно-гидрографический институт (ОАО «ГНИНГИ») приглашает Вас принять участие в работе VII Российской научно-технической конференции «Навигация, гидрография и океанография: приоритеты развития и инновации морской деятельности» («НГО-2011»).

Конференция пройдет с 18 по 20 мая 2011 г. в Санкт-Петербурге в ОАО «ГНИНГИ».

На конференции «НГО-2011» планируется проведение пленарного заседания и работа тематических секций по следующим направлениям:

1. Методы, точность, безопасность и эффективность навигации.
2. Автономные навигационные системы и комплексы.

3. Спутниковые и наземные РНС, астро-навигационные системы, гидроакустические, электромеханические МСН, зрительные средства навигационного оборудования.

4. Средства и методы гидрографии, морской картографии и морской геофизики.

5. Гидрометеорологическое обеспечение морской деятельности.

6. Применение потенциала навигации, гидрографии и океанографического обеспечения – инновационный фактор освоения ресурсов континентального шельфа.

Во время работы конференции будет открыта выставка современных технических средств навигации, гидрографии и гидрометеорологии.

Учредителями конференции являются Морская коллегия при Правительстве Российской

Федерации, Морской совет при Правительстве Санкт-Петербурга, ОАО «ГНИНГИ», Управление навигации и океанографии Министерства обороны Российской Федерации, Гидрографическое общество России, Автономная некоммерческая организация «Морские технологии и безопасность», Санкт-Петербургское Морское собрание.

Стоимость участия в работе «НГО-2011» составляет 10 000 руб., включая НДС.

Участие представителей учреждений и частей ВМФ (ВС РФ) – без оплаты регистрационного взноса.

Подробную информацию о конференции можно получить в оргкомитете по тел. +7 (812) 327-9980 или в сети Интернет по адресу: <http://www.gningi.ru/ngo-2011>

«Успехи русских – это феномен Алексева, который совершил две технические революции в судостроении...».

Проф. М. Тулин (США), Амстердам, 1998 г.

Это был действительно феноменальный случай в истории мировой техники – одному человеку удалось совершить в своей жизни две технические революции: создать и массово внедрить в практику судоходства суда на подводных крыльях и создать экранопланы. Таким человеком стал великий конструктор скоростных судов Ростислав Евгеньевич Алексеев (1916–1980).

РОЖДЕНИЕ И МАТЕРИАЛИЗАЦИЯ ИДЕИ СУДНА НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ, 1939–1964 гг.

Проблема повышения скорости водного транспорта обострилась в конце XIX–начале XX в. в связи с тем, что скорости движения автомобильного, железнодорожного и авиационного видов транспорта намного превысили ее.

Ограничителем скорости судов является волновое сопротивление, обусловленное силами гравитационной природы. Избежать его оказалось невозможным, поэтому скорость судов уже в XIX в. достигла не только практического, но и теоретического предела – ок. 50 км/ч. Проблему повышения скорости судов теоретически можно решить увеличением их размеров, отодвигая процесс начала волнообразования на большие скорости. Однако размеры судов к началу XX в. приблизились к целесообразному максимуму из условий ограниченной осадки для речных условий и комплекса вопросов проектирования, технологии и экономики для морских условий.

Таким образом, для водного транспорта к концу XIX в. резервы повышения скорости движения были практически исчерпаны. Поэтому конструкторы судов обратились к предложениям использовать для их движения на больших скоростях гидродинамические силы. Эти предложения были основаны на идее подъема из воды судна с помощью гидродинамических сил корпуса к моменту достижения им скорости начала волнообразования. Было два реальных предложения – создать глиссирующий корпус и использовать подводное крыло. Оба предложения в XX в. были практически реализованы: созданы глиссирующие суда и суда на подводных крыльях (СПК).

Первые из-за низкой мореходности получили распространение преимущественно в спортивном и военно-морском флоте [1]. СПК оказались более эффективными и перспективными. Первая авторская заявка на СПК принадлежит Шарлю де Ламберу [1], который запатентовал свое изобретение в 1891 г. во Франции, а в 1894 г. в США. Впервые практически осуществить движение судна на подводных крыльях удалось одному из пионеров авиации, итальянскому инженеру Энрико Форланини в 1905 г. и примерно в этот же период еще двум инженерам Артуро Крокко и Рикальдони. Но примененные ими компоновки СПК и типы подводных крыльев [1] не смогли обеспечить стабильности хода и устойчивость движения, а потому практического применения не получили.

Авторами многочисленных конструкций СПК, появившимся в этот период, стали братья Райт, братья Мичем, Ричардсон, Адер, Куртисс, Селфридж и др., но они также не имели практического успеха. Наибольшего успеха в создании СПК в 30-х гг. прошлого века добился немецкий авиационный конструктор Ганс фон Шертель. До 1936 г. им было разработано и построено несколько экспериментальных СПК. Им была также предложена принципиально новая схема судна на V-образных пересекающихся поверх-

МЫ БЫЛИ ПЕРВЫМИ К 60-ЛЕТИЮ СОЗДАНИЯ ПЕРВОГО СУДНА НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ И 95-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ЕГО ГЛАВНОГО КОНСТРУКТОРА

А. И. Маскалик, д-р техн. наук, руководитель работ по науке и сертификации ЗАО «АТТК», г. Нижний Новгород, контакт. тел. +7 960 183 1975

ность воды подводных крыльях, которая позволила в последующие годы создать первые образцы СПК военного назначения [1].

В СССР начальные попытки создания СПК относятся к первой половине 30-х гг. и принадлежат В. Г. Фролову, А. Н. Владимирову и Л. А. Эпштейну из ЦАГИ им. проф. Н. Е. Жуковского [1]. Эти работы также практического успеха не имели.

В 1941 г. на горьковский судостроительный завод «Красное Сормово» пришел молодой инженер – выпускник кораблестроительного факультета Горьковского индустриального института Ростислав Евгеньевич Алексеев, который выбрал в качестве темы своего дипломного проекта скоростной торпедный катер на подводных крыльях и его пассажирский вариант. По отзывам компетентных горьковских ученых, проект был разработан на высоком конструкторском уровне и был рекомендован экзаменационной комиссией для практической реализации.

К сожалению, начавшаяся в 1941 г. Отечественная война не позволила воспользоваться этой рекомендацией. Поэтому работа по созданию торпедного катера на подводных крыльях до 1943 г. проводилась в основном по личной инициативе Алексеева при весьма ограниченной помощи завода.

Используя возможности заводских гидродинамических лабораторий (в первую очередь, опытового бассейна), дооборудовав их оригинальными по тому времени скоростными гидролотками своей конструкции и разработав способ буксировочных модельных испытаний скоростных судов на открытой воде, Алексееву удалось за полтора-два года получить уникальные материалы по гидродинамическим характеристикам подводных крыльев и практически впервые осуществить на буксируемых моделях устойчивый ход (рис. 1). До него, как потом выяснилось, это удалось сделать только Шертелю в Германии на базе V-образной схемы подводного крыла.

Вот что писал об этом сам Р. Е. Алексеев: «Мной начата творческая работа над созданием кораблей на подводных крыльях в 1939 году. Краткий путь ее следующий: в 1940 году защитил диплом на тему: “Торпедный катер на подводных

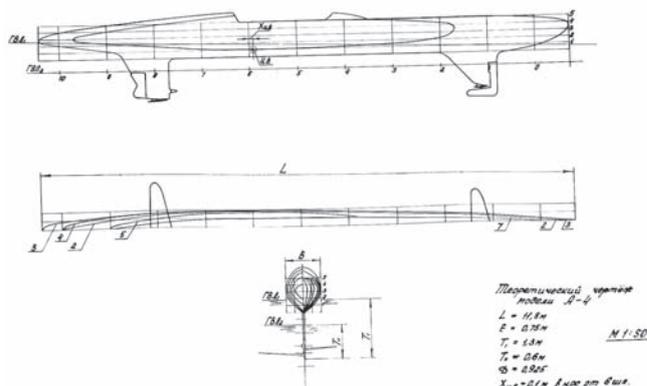


Схема СПК из дипломного проекта Р.Е. Алексеева

крыльях и пассажирский его вариант". К этому периоду относятся в основном сбор материалов и разработка принципиальной схемы катера, поднятого подводными крыльями. В это время мы располагали работами Фролова, Владимиров и рядом статей, опубликованных в периодических журналах... Работы Л. А. Эпштейна на то время не были известны, так как велись закрыто» [1].

Крыльевое устройство этого СПК состоит из двух подводных крыльев, носового и кормового, крепящихся к корпусу с помощью вертикальных стоек, расположенных в диаметральной плоскости катера. Угол атаки крыльев изменяемый.

«Это была первая разработанная мной схема судна на подводных крыльях, – писал Алексеев. – Модельные испытания показали, что схема имеет приемлемую стабильность хода и высокое гидродинамическое качество» [1].

Успешные результаты модельных испытаний послужили основой для постановки вопроса перед дирекцией завода о переходе к созданию самоходной модели катера на подводных крыльях. Оно было принято и для его реализации в 1942 г. была организована специальная группа инженеров.

В исключительно короткий срок был разработан проект самоходной модели и в 1943 г. она была построена. Испытания ее прошли успешно.

Они подтвердили, с одной стороны, возможность создания СПК с достаточно высоким гидродинамическим качеством в сочетании с удовлетворительными характеристиками устойчивости, с другой – приемлемость принятых методов моделирования для отработки вопросов гидродинамики, устойчивости и мореходности таких судов.

Эти два важнейших вывода явились основополагающими для дальнейшего проектирования скоростных СПК.

На основе комплекса научно-исследовательских и экспериментальных работ, проведенных Р. Е. Алексеевым с 1941 по 1943 г., были сформулированы направления дальнейшей работы над проблемой движения СПК.

Первым государственным признанием изобретательских работ Алексеева в области создания СПК стали решения Комитетов по изобретениям СССР и ВМФ о выдаче авторского свидетельства: «Установлено, что предлагаемая конструкция целесообразна, в связи с чем решениями заинтересованных организаций Министерства признано целесообразным использование изобретения гражданина Алексеева в производстве» [1].

Успешные результаты первых работ Р. Е. Алексеева в области создания СПК позволили заводу «Красное Сормово» в 1943 г. начать разработку малого торпедного катера на двух подводных крыльях пр. «С-1».

В 1944 г. в связи с требованием ВМФ упростить управление СПК возникла необходимость создания крыльевого устройства, обеспечивающего наряду с высоким гидродинамическим качеством достаточную продольную и поперечную стабилизацию судна без управления водителем рулями и подводными крыльями.

Группа специалистов во главе с Р. Е. Алексеевым активно приступила к решению этой задачи. В 1944–1945 гг. они получили подтверждение возможности ее решения на базе схемы *малопогруженных* подводных крыльев. Итогом этих исследований стали испытания самоходной модели.

В 1946 г. был построен опытный образец нового типа катера на подводных крыльях конструкции инженера Алексеева. Это было первое в СССР судно на подводных крыльях, которое могло найти широкое практическое применение.

Р. Е. Алексеев так формулировал цель своих исследований в 1944–1945 гг. «Для получения остойчивости корабля на крыльях без искусственного управления *нашел способ достижения продольной и поперечной устойчивости путем использования изменения подъемной силы плоского крыла при приближении его к поверхности воды*, эффективные пределы, а также первый вариант противосрывного профиля. Впервые отброшено

стремление глубоко погрузить подводные крылья и высоко поднять корпус корабля над водой, а открытие возможности использовать для получения остойчивого и устойчивого движения поднятого корпуса над водой гидродинамическими силами дало практическое решение задачи. Гидродинамические силы – это силы изменения, вернее уменьшения, подъемной силы подводного крыла при приближении его к поверхности воды. Это изменение подъемной силы эффективно только, начиная с глубины погружения крыла, равной длине хорды крыла...

Следовательно, поднять корпус или вышестоящее крыло над рабочим крылом можно на высоту приблизительно равную длине хорды крыла. В случае более высокого подъема корпуса остойчивость движения в момент выхода на крылья или при ходе на волнении теряется и ее необходимо обеспечивать уже другими средствами» [1].

С 16 по 26 сентября 1946 г. проходили первые ходовые испытания этого катера, *с созданием которого Р. Е. Алексеевым были решены принципиальные вопросы проектирования крыльевого комплекса судов на малопогруженных подводных крыльях*.

На повестке дня встал вопрос о создании практических образцов СПК.



Торпедный катер на подводных крыльях

Его постановка заводом «Красное Сормово» была одобрена, в 1947 г. на предприятии под руководством Р. Е. Алексеева создается гидродинамическая лаборатория для исследования вопросов постановки СПК. В том же году вышли постановление Совета Министров СССР № 1520-401 от 13/У-47 и приказ Главкома ВМФ № 216 от 27/У-47 г, на основе которых заводу была поручена работа по постановке серийного торпедного катера пр.123-бис на подводные крылья. Для обеспечения этой работы приказом Главкома ВМС № 0217 от 27/У-47 г. ему была передан этот катер.

Государственные испытания катера проводились на Черном море по программе, составленной в соответствии с приказом главкома ВМС и Министра транспортного машиностроения № 341/0452 от 28.09.48 г. с 22 октября 1948 г. по 18 ноября 1948 г.

Комиссия пришла к выводу: «Заводом «Красное Сормово» первые в Советском Союзе создан совершенно новый боевой тип торпедного катера на подводных крыльях, тактико-технические элементы которого значительно лучше серийного ТКА 123-бис...

Созданный тип катера на подводных крыльях открывает широкие перспективы увеличения скорости и мореходности торпедных катеров» [1].

Достигнутые успехи позволили Р. Е. Алексееву в 1948 г. вплотную приступить к созданию практических образцов СПК.

В 1949 г. по его инициативе и под его руководством был разработан проект речного пассажирского судна на малопогруженных подводных крыльях на 60 пассажиров со скоростью 60 км/ч. Предполагалось «получить гидродинамическое качество катера при ходе на крыльях $K = 12 \div 14$, т.е. более чем в два раза выше, чем у глиссирующих катеров».

В 1949 г. заводом «Красное Сормово» был разработан проект нового типа речного пассажирского катера на подводных крыльях, который, являясь быстроходным и экономичным, с успехом отвечал запросам водного транспорта.

Успехи Р. Е. Алексеева в создании СПК привлекли внимание Министерства речного флота, которое и «заказало заводу спроектировать, построить и испытать опытный образец пассажирского речного катера на 60 человек с максимальной скоростью хода 60 км/ч... От этой схемы судна ожидалось высокие экономические показатели, решающие проблему увеличения скорости пассажирского транспорта на реках» [1].

К сожалению, приступить к выполнению этого перспективного заказа Р. Е. Алексееву удалось лишь в 1956 г, т. е. через семь лет, в связи с требованиями УК ВМС «прекратить работы... и решить вопрос только после окончания испытаний двух торпедных катеров М=123-бис, оборудовавшихся подводными крыльями... Рассмотрение вопроса о применении подводных крыльев в речных судах отложено до завершения работ по специальному заданию...».

Именно за эти семь лет Шертель опередил Алексеева в создании первого пассажирского СПК.

В 1949 г. под руководством Р. Е. Алексеева были разработаны технический и рабочий проекты постановки торпедного катера проекта М-123-бис на одно подводное несущее крыло и произведена установка крыльцевого устройства на серийный торпедный катер проекта М-123-бис.

Испытания крылатого катера, проведенные в 1950 г., показали, что он и по скорости (на 3–5 уз), и по мореходности (на 1,0–1,5 балла) имел преимущества по сравнению с катером М-123-бис.

В результате Государственная комиссия сделала заключение:

«1. Принять торпедный катер проекта М-123-бис с носовым подводным несущим крылом, заводский № 418, в состав Военно-морских Сил.

2. Рекомендовать установку крыльцевого устройства на торпедных катерах проекта М-123-бис, находящихся в составе Военно-Морских Сил, а также ... организовать проведение работ по применению носового несущего подводного крыла на торпедных катерах других проектов, с целью улучшения их основных тактико-технических элементов» [1].

Таким образом, в 1950 г. впервые на вооружение ВМФ СССР был принят торпедный катер с носовым подводным крылом.

В 1951 г. за успехи, достигнутые в создании первого торпедного катера на подводных крыльях, Р. Е. Алексеев был удостоен Государственной (Сталинской) премии. Новое направление в развитии отечественного скоростного судостроения получило официальное государственное признание.

В 1951 г. Совет Министров СССР принял решение об усилении гидродинамической лаборатории завода и ее опытной базы и создании на заводе «Красное Сормово» научно-исследовательской гидродинамической лаборатории (НИГЛ).

К моменту создания первых пассажирских СПК Р. Е. Алексеевым были решены следующие проблемные вопросы скоростного судостроения [1]:

1. Разработана принципиальная схема крыльцевого устройства судна на малопогруженных подводных крыльях, обеспечивающая без искусственного управления высокое гидродинамическое качество и устойчивость движения судна.

2. Разработан новый тип корпуса, соответствующий новому принципу движения, обводы которого обеспечивают оптимальное взаимодействие с подводными крыльями и выступающими частями на всех режимах движения.

3. Накоплен опыт проектирования, строительства и эксплуатации судов на малопогруженных подводных крыльях.

4. Разработаны приближенные методы моделирования судов на малопогруженных подводных крыльях и методы пересчета результатов модельных испытаний на натуре.

«Внедрение подводных крыльев в гражданское судостроение даст большой экономический эффект – писал Р. Е. Алексеев. – Нами были произведены (в 1950 г.) модельные испытания и эскизная проработка пассажирского катера на подводных крыльях (КПК) со скоростью хода 60 км/ч... Также была произведена проработка проекта пассажирского СПК на 250–300 спальных мест. По экономичности данные суда не уступают экономичности наземного транспорта... Отсутствие на речных водоемах больших волнений позволяет легче решить вопрос движения СПК для реки...». И далее: «На протяжении первой половины XX века скорость движения водного транспорта отстает от наземных видов. При нашей широкой сети рек и каналов, обилии озер и водохранилищ, отсутствие быстроходных судов тормозит развитие нашего народного хозяйства... Считаем необходимым сохранить здоровую инициативу завода «Красное Сормово» по созданию СПК и сделать новый вклад в развитие народного хозяйства нашей страны... Предлагается в 1956 г. спроектировать и построить опытный образец пассажирского катера на 100 мест со скоростью хода 60 км/ч... Скорость 60 км/ч, как показали наши испытания, не предел для катеров на подводных крыльях, однако в настоящее время мы считаем, что она удовлетворит ближайшие нужды нашего народного хозяйства, является прогрессивной и даст новый путь развития речного транспорта» [1].

Руководство завода поддержало инициативу Р. Е. Алексеева и 11 ноября 1955 г. его директор направил письма министру судостроительной промышленности СССР и министру Речного флота СССР, где, в частности, говорилось: «В течение длительного периода времени в СССР задерживается внедрение пассажирских судов на подводных крыльях под предлогом «секретности» принципа движения на крыльях... Подводные крылья и их схемы перестали быть секретом, и, следовательно, ничем не оправдывается задержка внедрения подобных судов... Проработка показывает, что внедрение подобных катеров позволит повысить скорость пассажирских переборок по рекам в 2-3 раза, приблизит скорость движения по рекам к наземным видам транспорта при экономичности переборок порядка экономичности железнодорожного и автомобильного вида транспорта. В порядке внедрения новой техники в области судостроения, прошу Вас разрешить заводу «Красное Сормово» в 1956 г. построить и отработать испытаниями опытный образец стоместного пассажирского речного катера» [1].

К 1955 г. в составе НИГЛ был создан и сосредоточен комплекс – проектное бюро, лаборатории, экспериментальный цех – для постройки СПК.

А в эти годы (в 1953 г.) Шертель создал в Швейцарии (фирма «Супрамар») на базе предложенной им схемы V-образных пересекающих поверхность воды подводных крыльев пассажирское СПК РТ-10 «Фречча д'Оро» озерного типа (РТ – пассажирский транспорт). 16 мая 1953 г. на озере Маджиоре, между городами Локарно и Ароной, была открыта пассажирская линия, обеспечиваемая СПК РТ-10. Судно эксплуатировалось успешно. Только за две первые навигации им было перевезено около 25 тыс. пассажиров и пройдено до 50 тыс. км. Однако выйти с этим судном на большие пассажирские потоки не удалось. Для этого необходимо было создать СПК морского плавания, отвечающего требованиям Морского Регистра. В 1955 г. фирмой «Супрамар» под руководством Шертеля был разработан проект первого морского СПК прибрежного плавания РТ-20 («Фречча дель Соле». В 1956 г. оно было построено и испытано. Начав эксплуатацию на линиях Мессина–Неаполь, судно РТ-20 быстро завоевало популярность. С 1956 г. в Италии, Японии, Голландии и Норвегии построено около 70 судов этого типа различных модификаций [1].

В 1956 г., спустя семь лет после разработки первого проекта пассажирского СПК, Р. Е. Алексеевым был разработан



Речной теплоход на подводных крыльях «Ракета»

второй проект речного пассажирского судна на малопогруженных подводных крыльях, названный «Ракета». Головному образцу теплохода, построенному в 1957 г. было суждено стать первым речным пассажирским СПК.

Последующая успешная эксплуатация теплохода «Ракета» и его серийных образцов обратили на себя внимание как в СССР так и за рубежом. Это, в частности, нашло отражение в многочисленных отзывах в Книгах посетителей этих судов и различных публикациях, от информационных до научно-технических и экономических, а также в присуждении этим судам медалей и дипломов на международных и всесоюзных выставках.

В 1957 г. распоряжением горьковского Совнархоза на базе НИИГЛ было создано ЦКБ по судам на подводных крыльях (ЦКБ по СПК) завода «Красное Сормово». Его начальником и главным конструктором был назначен Р. Е. Алексеев. К этому времени конструкторское бюро насчитывало уже более 200 конструкторов, экспериментальный цех – около 250 человек.

24 мая 1960 г. Научно-технический совет Госкомитета по судостроению при Совете Министров СССР принял решение по вопросу «Состояние развития движения судов на подводных крыльях» [1]. В обеспечение выполнения этого решения 26 июля 1960 г. был подписан Приказ Председателя Государственного Комитета СМ СССР по судостроению № 00226, в котором, в частности, говорилось: «Развитие подводных крыльев в настоящее время достигло такого состояния, когда они могут применяться не только для опытных целей, но и могут быть широко внедрены на вновь проектируемых и строящихся быстроходных судах для народного хозяйства и кораблях Военно-Морского Флота... Научно-технический совет признал, что для дальнейшего развития и совершенствования судов на подводных крыльях необходимо привлечение всех научно-исследовательских организаций, работающих в области гидромеханики и судостроения с обеспечением координации их работ».

В решении НТС были намечены мероприятия по усилению работ в области совершенствования и применения подводных крыльев в 1960–1961 гг.

Все это послужило толчком для ускоренного развития этого направления в нашей стране. За исключительно короткие сроки (1956–1963 гг.) коллективу конструкторов, ИТР, рабочих и служащих ЦКБ по СПК под руководством Р. Е. Алексеева практически удалось удовлетворить нужды

речного флота в типах крылатых скоростных судов и создать первые морские СПК.

Техническая революция на водном транспорте XX в. свершилась.

МИРОВОЙ ТРИУМФ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СПК

Впоследствии стали широко известны теплоходы «Метеор» (фиг. 4), «Комета» (фиг. 5), «Беларусь», «Полесье», «Колхида» (1970 г.), «Восход» (1970 г.), катера «Волга», «Дельфин» (1974 г.), которые пошли в серийное строительство (табл. 1, 2).

Суда на подводных крыльях конструкции Алексеева строились серийно на многих заводах страны: «Ракета» – на Брьковском и Феодосийском, катера «Волга» – на Потийском,



Речной теплоход на подводных крыльях «Метеор»



Морской теплоход на подводных крыльях «Комета»

Навашинском и Гомельском судостроительных заводах, «Метеор» – на Зеленодольском судостроительном заводе, теплоход «Комета» – на Потийском судостроительном заводе и др.

К 1975 г. на реках, озерах, водохранилищах и морях нашей страны успешно эксплуатировалось до 1500 катеров «Волга», 350 теплоходов «Ракета», 150 теплоходов «Метеор», 11 теплоходов «Беларусь», 15 теплоходов «Комета».

Некоторые из созданных отечественных СПК охотно приобретали зарубежные страны. Уже к 1975 г. более 900 СПК проектов ЦКБ по СПК эксплуатировались под иностранными флагами, среди них – 800 катеров «Волга», 26 теплоходов «Ракета», 85 теплоходов «Комета». В числе зарубежных государств, которые приобрели эти суда, – США, Япония, Италия, Финляндия, Югославия, Пакистан и др. (всего 17 стран).

О том, что пассажирские СПК стали одним из самых массовых видов водного транспорта свидетельствует следующая статистика: только в СССР в 60-х гг. XX в. СПК обслуживалось более 100 скоростных пассажирских линий 15 речных и одного морского (Черноморского) пароходства.

Таблица 1

Характеристики серийных отечественных СПК

Название судна, год создания	Макс. водоизмещение, т	Габарит. размеры LxВxН, м	Силовая установка	Макс. тяга (мощн.), л.с.	Пассажиро-вмест., чел.	Крейс. скор., км/ч	Дальность хода, км	Мореходн., нв м
«Ракета», 1957	25,0	27,0x5,0x4,5	Диз. М50Ф-3	1200	66	60	600	0,50
«Волга», 1958	1,9	8,5x2,5x1,5	Автомоб. Д. М-13	75	6	60	200	0,30
«Метеор», 1958	52,9	34,6x9,56,2	2диз. М400	2x1200	128	65	600	1,20
«Комета», 1960	59,5	35,2x11,0x 6,5	2Диз. М401А-1	2x1200	118	65	500	2,00
«Беларусь», 1962	14,5	18,6x4,6 x4,2	М50-Ф3	1200	40	55	320	0,5
«Полесье», 1965	18,8	21,2x5,0x2,6	М401А	1200	50	60	400	0,3
«Колхида», 1970	68,0	34,5x10,3x4,3	ТС82с	2x1239	120	65	250	2,0
«Восход», 1970	28,4	27,6x6,2x4,0	М401А	1200	60	60	400	0,5



Речной газотурбоход на подводных крыльях «Буревестник»



Морской теплоход на подводных крыльях «Циклон»

Таблица 2

Основные характеристики ряда головных образцов СПК

Название судна, год создания	Макс. водоизмещение, т	Габарит. размеры LxВxН, м	Силовая установка	Макс. тяга (мощн.), л.с.	Пассажиро-вмест., чел.	Крейс. скор., км/ч	Дальность хода, км	Мореходн., вв м
«Спутник», 1960	110,0	48x12x7,5	4xM50-Ф3	4x1200	260	65	800	1,5
«Чайка», 1960	1,95	8,4x2,4x0,96	М-13	120	6	85	200	0,75
«Вихрь», 1961	121,3	47,9x12,0x10,1	4xM50Ф-3	4x1200	260	70,0	560	2,50
«Чайка», 1961	14,3	26,3x3,8x3,5	М50-Ф3	1200	30	100	400	0,75
«Буревестник», 1964	65,6	43,2x7,4x3,7	2ГТД АИ20А	2x2590	150	95	500	1,0
Ласточка», 1965	37,0	29,0 x x	2xM420	2x1095	70	90	700	0,5
«Циклон», 1975	137,1	44,2x12,0x142	ГТ М-37	8000	250	80	550	3,00

О большой популярности судов на подводных крыльях свидетельствует высокая степень их загрузки в течение всего навигационного периода: коэффициент использования пассажироместности этих судов неуклонно рос и к 1975г. достиг величины 0,8, в то время как по водоизмещающему флоту он не превышал 0,35.

СПК в нашей стране перевозилось с каждым годом все больше пассажиров. Так, в 1961 г. было перевезено 860 тыс. пассажиров на 74,5 млн. пасс.-км; в 1965 г. – 6 млн. 850 тыс. пассажиров на 613,2 млн. пасс.-км; в 1974 г. – 20 млн.

Экономическая эффективность СПК, их рентабельность год от года росла, так данные Волжского объединенного пароходства свидетельствуют, что рентабельность эксплуатируемых им СПК в 1961 г. составила 147 тыс. руб.; в 1965 г. – уже 560 тыс. руб.; а в 1974 г. – 20 млн. руб.

За создание и внедрение в народное хозяйство пассажирских СПК крыльях Р. Е. Алексееву и группе ведущих специалистов ЦКБ по СПК – Н. А. Зайцеву, А. И. Маскалику, Б. А. Зобнину, Г. В. Сушину, И. Шапкину в 1962 г. присуждена Ленинская премия.



Лауреаты Ленинской премии

В 1981 г. во всем мире находилось в эксплуатации более 1000 СПК, из них порядка 80% – в СССР.

К сожалению, последние 30 лет оказались неблагоприятными для дальнейшего развития отечественных СПК. Перестройка, в ходе которой Россия потеряла ряд своих базовых заводо-строителей СПК (Феодосийский, Потийский, Юмельский), а также

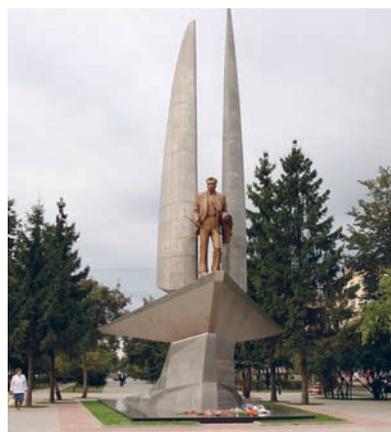
другие проблемы, с которыми столкнулась страна в эти годы, не позволили развивать и далее тот могучий научно-технический задел, который оставил Р. Е. Алексеев, в этой до настоящего времени перспективной области скоростного судостроения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рой Макливи, автор книги «Суда на подводных крыльях и воздушной подушке» (изд. «Судостроение», 1976) отмечал:

«Оказалось, что гораздо проще совершить сверхзвуковые полеты, покорить ядерную энергию и даже осуществить посадку на Луну, нежели создать конструкцию судна, способного поддерживать высокую скорость движения (курсив мой, – А.М.). Действительно, если в течение пяти тысяч лет истории мореплавания никому не удалось сконструировать судно, способное прийти на смену обычному водоизмещающему, то стоит ли надеяться, что такое судно будет сделано в наши дни?»

Утвердительный ответ на этот вопрос дала наша страна, благодаря творческому подвигу Р. Е. Алексева, имя которого носят ЦКБ по СПК и Нижегородский государственный технический университет, ему установлены памятники в Нижнем Новгороде и Чкаловске; а библиотеку Конгресса США укра-



Памятник Р. Е. Алексееву в Нижнем Новгороде

шает портрет Главного конструктора СПК – так был оценен его творческий подвиг.

ЛИТЕРАТУРА

А.И. Маскалик и др. Крылатые суда России. – СПб.: Судостроение. 2006. ■

ПОЗДРАВЛЯЕМ КОРИФЕЯ РОССИЙСКОГО СКОРОСТНОГО СУДОСТРОЕНИЯ

18 февраля 2011 года исполнилось 80 лет выдающемуся российскому ученому и инженеру, доктору технических наук, профессору Александру Исааковичу Маскалику. А.И. Маскалик окончил в 1954 году инженерно-физический факультет Ленинградского кораблестроительного института (ныне – Санкт-Петербургский государственный морской технический университет). После окончания ЛКИ и вплоть до 1993 года он работал в Центральном конструкторском бюро по судам на подводных крыльях, пройдя путь от инженера до начальника отдела ходкости и аэродинамики. Под руководством Р.Е. Алексеева участвовал в создании отечественных судов на подводных крыльях, за что в 1962 году в составе группы разработчиков был удостоен Ленинской премии в области науки и техники. Внес большой вклад в создание отечественных экранопланов.

В 1991 году был удостоен звания «Заслуженный работник ЦКБ по СПК». С 1993 по 2000 год работал в компании «Технологии и транспорт» в качестве директора по научной работе. С мая 2000 года по настоящее время работает в Арктической торгово-транспортной компании в качестве руководителя по научной работе и сертификации скоростных судов с динамическим поддержанием. В 1969 году защитил кандидатскую, а в 1991 году – докторскую диссертацию по техническим наукам. Автор многочисленных изобретений, статей и книг.



От имени судостроительной общественности редакция журнала «Морской вестник» поздравляет Александра Исааковича Маскалика с юбилейной датой, желает ему здоровья, радости и дальнейших творческих успехов и передает эстафету поздравлений известным специалистам и руководителям!

*В.М. Пашин, академик РАН,
директор – научный руководитель
ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова:*

С удовольствием поздравляю Александра Исааковича со знаменательной датой. Нельзя не вспомнить, как много он сделал в составе легендарной команды Ростислава Алексеева для создания судов на подводных крыльях и удивительных *летающих судов* – экранопланов.

Нам, в ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, посчастливилось много сотрудничать с Александром Исааковичем в ходе концептуальной и практической разработки отечественных экранопланов. Профессор А.И. Маскалик – природный популяризатор техники, автор и соавтор ставших общеизвестными книг, таких как «Отечественные суда на подводных крыльях», «Экранопланы – транспортные суда XXI века» и др. Он обладает уникальными профессиональными знаниями и талантом преподавателя, способного увлечь молодежь.

*А.В. Шляхтенко, д-р техн. наук,
проф., генеральный директор-генеральный конструктор ЦМКБ «Алмаз»:*

ЦМКБ «Алмаз» поздравляет д-ра техн. наук, проф. Александра Исааковича Маскалика с 80-летним юбилеем. Область профессиональных интересов этого замечательного инженера-кораблестроителя исторически тесно связана с деятельностью нашего конструкторского бюро, в частности, с проектированием морского пассажирского судна на автоматически управляемых подводных крыльях «Тайфун» и крыльевого варианта морского ракетного корабля «Ураган». Нам близка и тема экранопланов, которыми с таким энтузиазмом занимался Александр Исаакович. Ведь

в начале 70-х мы разрабатывали оригинальную компоновку экраноплана типа «летающее крыло». Словом, нас с юбилеем объединяет общая страсть к скорости. От всей души желаем ему здоровья и творческого удовлетворения.

В.И. Евенко, заместитель генерального директора Российского Морского Регистра Судоходства РФ:

От всей души поздравляю Александра Исааковича Маскалика с 80-летием и желаю крепкого здоровья и всяческих успехов! Трудно переоценить его вклад в подготовку материалов и документов по сертификации гражданских экранопланов: «Правил классификации и постройки экранопланов» Российского Морского Регистра судоходства, а также «Временных рекомендаций по экранопланам» Международной морской организации.

К.П. Борисенко, проф., ректор Санкт-Петербургского государственного морского технического университета (ранее ЛКИ):

Поздравляя с 80-летием лауреата Ленинской премии, д-ра техн. наук, проф. А.И. Маскалика. Мы гордимся тем, что он является выпускником Ленинградского кораблестроительного института. Александр Исаакович учился на уникальном, организованном в ЛКИ в 1948 году инженерно-физическом факультете, созданном для подготовки по специальностям: гидромеханика, приборы и устройства автоматического управления кораблем, прочность корабельных конструкций. И сразу после окончания «Корабелки» нашел призвание, посвятив многие годы своей плодотворной деятельности по созданию судов с динамическими принципами поддержания:

СПК и экранопланов. Работая в ЦКБ по судам на подводных крыльях под руководством выдающего российского инженера Р.Е. Алексеева, Александр Исаакович никогда не прерывал связей с Alma Mater, с кафедрой гидромеханики кораблестроительного факультета, способствовал приобщению сотрудников ЛКИ к выполнению НИР, связанным с созданием в нашей стране летающих кораблей – экранопланов. Его неиссякаемая энергия, энтузиазм, профессиональные знания, доброжелательность вызывают глубокое уважение.

*Р.А. Назаретян, канд. эконом. наук,
президент ЗАО «АТТК»:*

10 лет из 80 д-р техн. наук, проф. Александр Исаакович Маскалик работает в компании «Арктическая торгово-транспортная компания» и, без преувеличения, является ее *мотором*. Трудно поверить, что ему уже 80. Его энергия, энтузиазм, непреклонность в достижении цели, его *легкое перо* поражают и восхищают.

Как много сделано им за эти десять лет: он активно участвовал в работах по созданию первого гражданского малого экраноплана «Аквагайд», совершенствованию проектов морских пассажирских экранопланов серии МПЭ, проектировании транспортных амфибийных платформ.

Неоценим его труд в обе спечении «прописки» гражданских экранопланов в существующей системе транспортных средств, а это – вопросы создания Правил проектирования и постройки, сертификации экранопланов, обеспечения навигационной безопасности, постоянная борьба за укрепление престижа России и ее мирового приоритета в деле создания экранопланов.

Профессор Маскалик – ученый, инженер, Человек с большой буквы!

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в отечественном скоростном судостроении успешно развивается направление амфибийных судов на воздушной подушке (СВП) с гибким ограждением баллонетного типа. В силу ряда причин эти суда оказались востребованными в нашей стране. Разработка перспективных СВП связана в первую очередь с необходимостью совершенствования их аэрогидродинамической компоновки. Благодаря интенсивному развитию методов вычислительной аэрогидродинамики и вычислительных систем для этой цели возможно использование вычислительного эксперимента.

В настоящей работе рассматриваются принципиальные моменты организации вычислительного эксперимента с использованием программного комплекса ANSYS CFX. Вычислительный эксперимент ориентирован на изучение аэрогидродинамики несущего комплекса СВП баллонетного типа, включающего в себя область воздушной подушки и ее ограждения. В работе изучены возможности моделирования влияния различных конструктивных факторов аэрогидродинамической компоновки на структуру течения, проведена верификация результатов моделирования по результатам натурных испытаний таких судов, выработаны рекомендации к мощности вычислительных систем, потребных для решения проектных задач аэрогидродинамики СВП баллонетного типа.

2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ МЕТОДОЛОГИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Несущий комплекс СВП амфибийного типа с баллонетным боковым ограждением (на примере СВП пр. А8) состоит из вентиляторной группы 1 (рис. 1), зоны воздушной подушки (ВП) 2, глиссирующих боковых баллонетов (пневмоскогов) 3, носового 4 и кормового 5 гибких ограждений. Указанная схема несущего комплекса применена на легких СВП типа «Хивус» пр. А-8, пр. А-5 и «Марс», водоизмещением 1,5–2,5 т. Отличительной особенностью СВП «Хивус» является наличие центрального

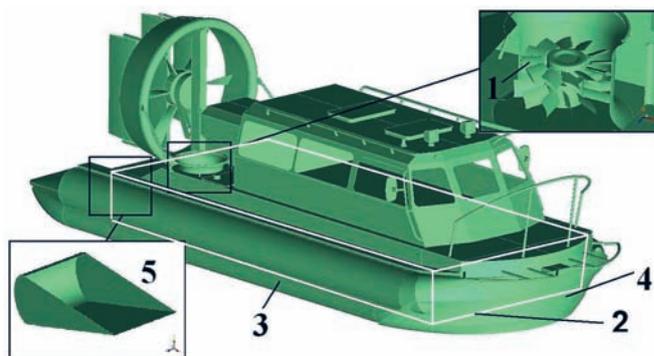


Рис. 1. СВП пр. А8

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АЭРОГИДРОДИНАМИКИ НЕСУЩЕГО КОМПЛЕКСА АМФИБИЙНЫХ СУДОВ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ (СВП) БАЛЛОНетНОГО ТИПА

*П. С. Калысов, инженер-конструктор,
А. В. Туманин, инженер-конструктор,
А. К. Якимов, инженер-конструктор, ООО СК «Аэроход», г. Нижний Новгород,
В. В. Шабаров, канд. техн. наук, доцент,
Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского,
pkalyasov@mail.ru.*

продольного баллонета, разделяющего ВП на две продольные секции. На тяжелых «Хивусах» пр. А-32, А-48 водоизмещением 18 т в ВП дополнительно установлена поперечная гибкая перегородка и ВП состоит из четырех секций, вентиляторная группа – из четырех вентиляторов, каждый из которых обслуживает одну секцию ВП.

При движении на крейсерских режимах поддержание СВП происходит как за счет действия избыточных давлений в ВП, так и за счет гидродинамических подъемных сил, действующих на глиссирующих участках баллонетов. Баллонеты находятся в зоне действия избыточного давления ВП, и их гидродинамические характеристики должны определяться в составе аэрогидродинамической компоновки с учетом деформаций воды и сколов потока, индуцируемых распределенным по ВП давлением. В свою очередь, истечение воздуха из ВП, и, следовательно, распределение давлений по днищу СВП существенным образом зависит от смоченной поверхности баллонетов и возмущений, вносимых ими в воздушный и водный потоки.

Задача ставится в рамках модели вязкого турбулентного течения несжи-

маемой жидкости с границами раздела сред. Течение воздуха и воды в рамках этой модели описывается системой уравнений Навье–Стокса, осредненных по Рейнольдсу [1]. Для определения вихревой вязкости используется $k-\omega$ модель SST Ментера.

Методика вычислительного эксперимента отработывалась на аэрогидродинамической компоновке СВП пр. А-8. Расчетная область задачи показана на рис. 2.

Размеры расчетной области выбирались по сравнительным результатам вычислительных экспериментов, проводимых при различных отстояниях дальних границ от модели СВП. По результатам этих экспериментов могут быть рекомендованы следующие положения дальних границ:

– входная граница $ABCD$ отстоит от носовой оконечности модели СВП на пять–шесть корпусов модели;

– выходная граница $A_1B_1C_1D_1$ отстоит от кормовой оконечности модели СВП не менее чем на 20 корпусов модели;

– нижняя граница расчетной области CDD_1C_1 отстоит не менее чем на полкорпуса модели от ее основной плоскости;

– верхняя граница расчетной области ABB_1A_1 отстоит не менее чем на два корпуса модели от ее основной плоскости;

– боковая граница расчетной области ADD_1A_1 отстоит не менее чем на пять корпусов модели от ее диаметральной плоскости.

Сеточная модель задачи строилась с использованием сеточного генератора ANSYS ICEM CFD. Использовались блочно-структурированные сетки. Число узлов при отладке задачи варьировалось от $1 \cdot 10^6$ до $5 \cdot 10^6$. Вертикальные размеры конечнообъемных элементов в этих областях составляли $2-4 \cdot 10^{-3}$ м.

Формирование граничных условий включает в себя их определение на даль-

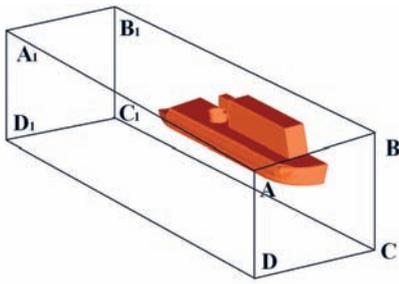


Рис. 2. Расчетная область задачи

них границах расчетной области, на элементах модели СВП.

Условия на некоторых дальних границах вполне очевидны – на входной границе $ABCD$ (см. рис. 2) задается скорость обращенного потока, численно равная скорости СВП на исследуемом режиме движения, на верхней границе расчетной области – нулевая величина избыточного давления, на нижней границе – скорость невозмущенного потока либо условие прилипания и непротекания при моделировании аэрогидродинамики СВП в водоеме конечной глубины. При исследовании продольных аэрогидродинамических характеристик СВП рационально использовать условие симметрии и задавать в плоскости $z = 0$, совпадающей с диаметральной плоскостью СВП, естественные условия Неймана на компоненты скорости и давление. В то же время задание условий на выходной $A_1B_1C_1D_1$ и боковой ADD_1A_1 границах расчетной области не очевидно и допускает альтернативные варианты. В частности, классическое для задач внешней аэрогидродинамики задание на выходной границе поля давлений содержит произвол, так как означает задание уровня воды на выходе из расчетной области и ведет в моделировании к формированию нефизичных пограничных слоев и искажению решения вблизи модели СВП. Попытки организации диссипативной схемы для ослабления возмущений путем искусственного увеличения ламинарной вязкости сред начиная с некоторого отстояния от кормы модели вниз по потоку также, в целом, приводят к неудовлетворительным результатам. Вместе с тем для чисел Фруда по объемному водоизмещению $Fr_v = 2 \div 5$, характерных для крейсерских режимов движения СВП, весьма результативным оказалось задание на выходной границе величины нормальной скорости, численно равной скорости невозмущенного потока. На боковой границе ADD_1A_1 расчетной области эффективным является задание компонент скорости, равных по величине компонентам скорости невозмущенного потока, – при выбранных размерах расчетной области и исследовании течений в диапазоне чисел Фруда $Fr_v = 2 \div 5$ система расходящихся волн не успевает внести возмущения в области боковой границы.

Корпус модели СВП считается абсолютно твердым телом, на котором ста-

вятся граничные условия прилипания и непротекания. Носовое, кормовое гибкие ограждения, баллонеты считаются мгновенно отвердевшими, и на них также ставятся условия прилипания и непротекания. Форма ГО находится перед решением аэрогидродинамической задачи либо с использованием теории мягких оболочек, либо по упрощенной схеме с применением гипотезы плоских сечений и теории гибкой нерастяжимой невесомой нити. Нагрузки, действующие на гибкие ограждения, определяются итеративно; в качестве нулевого приближения используется геометрия гибких ограждений, полученная под действием только постоянных избыточных давлений в воздушной подушке.

При решении задачи давление и компоненты скорости определяются с использованием алгоритма SIMPLE [2], развитого на совместную для компонент скорости и давления сетку [3,4].

В численной реализации определение мгновенного положения границы раздела сред осуществляется методом объемного слежения (VOF) [5].

Задача решается при заданной посадке судна, определяемой углом дифферента и погружением кормового ограждения относительно статического (невозмущенного) уровня воды. Погружение и угол дифферента, соответствующие определенному режиму движения СВП, определяют перебором, исходя из соответствия расчетных значений центровки и водоизмещения судна результатам взвешивания. Начальные условия задаются по скоростям и давлениям в виде однородного потока воздуха и воды и гидростатического поля давлений. Расчеты проводились с использованием процедур нижней релаксации.

Интегрирование по времени производится методом Эйлера первого порядка. Величина шага интегрирования подбирается на этапе настройки вычислительного эксперимента с учетом условия: число Куранта меньше единицы. В «штатном» вычислительном эксперименте шаг интегрирования задается постоянным и для снижения численных осцилляций устанавливается в 3–5 раз меньше шага, определенного на этапе настройки. Для создания давления в воздушной подушке моделировалась расходно-напорная характеристика вентиляторов.

3. НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Задача исследования аэрогидродинамики СВП пр. А-8 решалась на 8-процессорных серверах с 16 Гб и 32 Гб оперативной памяти. Распараллеливание задачи осуществлялось методом декомпозиции области [6]. На сервере с памятью 16 Гб сеточная модель основного потока состояла примерно из 1 200 000 узлов. Время

счета «штатного» составляло примерно 16–20 часов. На более мощном (32 Гб) сервере сеточная модель основного потока состояла примерно из 4 000 000 узлов. На расчет «штатного» варианта при этом требовалось около трех суток.

Ниже приведены некоторые результаты вычислительных экспериментов, проведенных для крейсерских ходовых режимов модели серийных СВП пр. А–8. Результаты получены на сеточной модели, состоящей примерно из $1.7 \cdot 10^6$ узлов. Геометрическая конфигурация баллонетов принята соответствующей действую на них только давления воздуха, находящегося внутри баллонетов, – рассмотрено нулевое с точки зрения геометрической формы баллонетов приближение. Представленные материалы получены с учетом расходно-напорной характеристики осевых вентиляторов СВП пр. А–8. Скоростной режим соответствует числу Фруда $Fr_v = 4.75$, угол дифферента $\psi = 1.5^\circ$.

На рис. 3 показана волновая картина вблизи СВП, линии тока воздуха, в том числе линии тока 3, проходящие через тракт осевого вентилятора. На расстоянии порядка 1.5 корпусов СВП на границе раздела сред формируется местное возвышение над статическим уровнем воды – так называемый «петух». За указанным возвышением развивается система расходящихся волн. Волновая картина вдали от СВП типична для судов с динамическими принципами поддержания.

В активной области действия ВП (под днищем) наблюдается постепенное, от носа к корме, понижение уровня воды; в поперечном направлении резкое изменение уровня воды наблюдается вблизи баллонетов, особенно в зоне, находящейся кормее миделя. В области, примыкающей к внешней относительно ВП части баллонетов, наблюдается заметное повышение уровня воды (боковой «подпор»), обусловленное вытеснением воды из-под днища избыточным давлением воздуха. Следует отметить, что эффект вытеснения реализуется и в виде переднего «подпора» – встречного движения воды и ее некоторого подъема в области носовой части баллонетов, расположенной выше статического уровня воды. По величине подъем воды за счет переднего «подпора» мал по отношению к подъему воды за счет бокового «подпора». Проведенные параметрические исследования показывают, что эффекты «подпора» зависят от формы в плане ВП, от геометрии носового и бокового гибких ограждений.

На боковых баллонетах реализуется режим глиссирования. При указанных числах Фруда баллонеты несут до 40% веса СВП; вместе с тем с уменьшением угла ходового дифферента подъемная сила на баллонетах падает, а подъемная сила от ВП на днище растет. Уменьшение угла ходового дифферента благо-

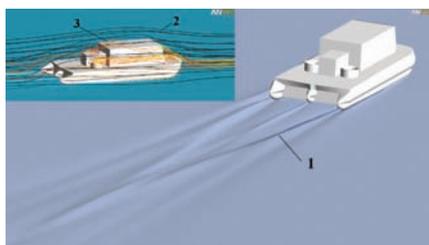


Рис. 3. Волновая картина и линии тока воздуха

приятно сказывается на аэрогидродинамическом качестве судна – его величина растет, изменяясь с $K \approx 12$ на угле дифферента $\psi = 1.5^\circ$ до $K \approx 15 \div 20$ на углах дифферента $\psi = 0.7 \div 0.9^\circ$.

Смоченная поверхность бокового баллонета и распределение гидродинамического давления на баллонете представлены на рис. 4.

В рассматриваемом случае за цилиндрической вставкой в области конусной части баллонета реализуется локальная зона отрицательных избыточных давлений (зона относительного разрежения), обусловленная резким искривлением линий тока частиц воды при обтекании кормовой части цилиндрической вставки и конусной законцовки. Характерно, что в этой области линии тока имеют существенный пространственный характер; частицы воды двигаются из зоны под ВП изнутри наружу и резко меняют свое направление в области внешней к ВП части баллонета, выстраиваясь в направлении скорости набегающего потока. Отметим, что величина топящей силы, реализующейся в зоне стыковки цилиндрической вставки и конической законцовки скега, при фиксированной скорости обтекания растет с увеличением угла дифферента. Негативное с точки зрения ходовых качеств СВП влияние топящей силы сказывается на снижении аэрогидродинамического качества судна, при этом неблагоприятные с точки зрения ходкости углы дифферента поддерживаются формирующимся этой силой кабрирующим моментом.

Распределение давления вдоль ВП отлично от прямоугольного и близко к трапецевидному – в корме при указанных углах дифферента давление на 10–20% больше, чем в носовой части. Представленные результаты показывают, что углы дифферента $\psi \approx 1.5^\circ$, в основном характерные для крейсерских режимов амфибийных СВП с боковым ограждением баллонетного типа, не являются оптимальными с точки зрения аэрогидродинамического качества и скоростных характеристик.

4. МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ С МАЛЫМИ УГЛАМИ ДИФФЕРЕНТА. О МЕХАНИЗМЕ ЗАЛИПАНИЯ СВП БАЛЛОНетНОГО ТИПА

На практике при эксплуатации СВП при определенных условиях имеют место неустойчивые режимы, характеризу-

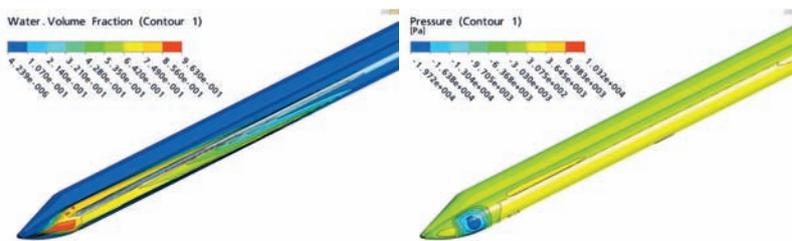


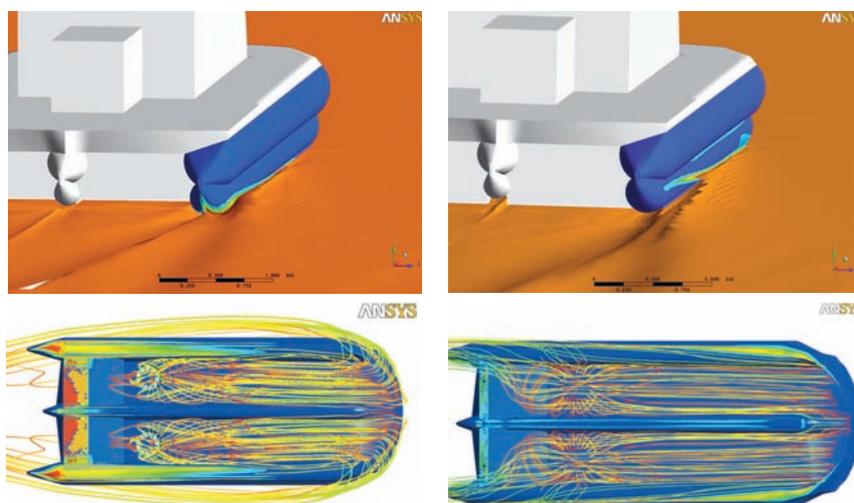
Рис. 4. Смощенная поверхность бокового баллонета и распределение гидродинамического давления

ющиеся уменьшением угла дифферента, которое сопровождается разгоном СВП до некоторой скорости с дальнейшим интенсивным контактом баллонетов с водой, так называемым «залипанием» и торможением судна. В большинстве случаев капитан успевает предотвратить «залипание» СВП. В случае несвоевременного вмешательства в управление «залипание» в связи с большими продольными и вертикальными перегрузками может привести к аварийной ситуации, да и в целом оно довольно плохо переносится пассажирами СВП. На практике тенденция к «залипанию» проявляется при одновременной реализации следующих условий: движения на оборотах, близких к максимальным на попутных и попутно-лаговых курсах к направлениям ветра и бега волн; носовой центровке судна. Выполнение этих условий может привести к кратковременному уменьшению угла дифферента и увеличению скорости движения судна.

Вычислительные эксперименты, проведенные на моделях СВП различных проектов при малых углах дифферента $\psi \leq 0.5^\circ$, позволили детально изучить аэрогидродинамический механизм «залипания». На малых углах дифферента распределение давления вдоль ВП становится ближе к равномерному, при этом эффект переднего «подпора», т. е. встречного движения воды возрастает. В результате носовая часть баллонетов, находящаяся выше статического уров-

ня воды при данной посадке СВП оказывается замытой. Истечения воздуха из носовой части СВП практически не происходит, а нагрузка на воду от ВП и замытой части баллонетов, работающих в режиме глиссирования как крылья, оказывается столь значительной, что вода оттесняется от баллонетов. Это приводит к образованию на некотором расстоянии от замытой носовой части баллонетов зазора между нижней частью баллонета и водой, через который воздух уходит из подушки (рис. 5). Расход истекающего воздуха в несколько раз превышает возможность нагнетательных комплексов, применяемых на СВП. Воздушная подушка теряется и судно «залипает». При этом вследствие падения давления воздуха в ВП, скорее всего, происходит затягивание носового гибкого ограждения под днище СВП (этот эффект в вычислительных экспериментах не моделировался).

Интенсивность процесса «залипания» различна. В ряде случаев, воздушная подушка теряется частично, судно тормозится до некоторой скорости, а затем, без вмешательства в управление, начинает постепенно разгружаться формирующейся ВП и разгоняться. Этот режим напоминает «барсирование» неустойчивых в продольном движении глиссирующих судов и гидросамолетов. В других случаях ВП теряется практически полностью, судно резко тормозится, испытывая перегрузки, близкие



$\psi = 1,5^\circ$, отсутствие «залипания»

$\psi = 0,5^\circ$, «залипание»

Рис. 5. К «залипанию» СВП

к критическим для его элементов или даже превышающие их.

Отметим следующий, важный на наш взгляд факт. Моделирование режимов малых ходовых углов дифферента дает весьма высокие значения аэрогидродинамического качества, $K \approx 20 \div 30$ единиц. Потребные расходы воздуха в ВП для обеспечения этих режимов также оказываются весьма большими и, по-видимому, не реальными для СВП этого типа. Вместе с тем, реализация устойчивых режимов движения на малых углах дифферента с реальными расходами нагнетателей, представляется вполне возможной путем изменения некоторых элементов аэрогидродинамической компоновки СВП.

5. ОБ АДЕКВАТНОСТИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА РЕЗУЛЬТАТАМ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ СВП

К настоящему времени накоплены материалы по результатам натурных испытаний СВП, позволяющие сделать некоторые выводы о достоверности вычислительных экспериментов.

Результаты математического моделирования аэрогидродинамики несущего комплекса СВП сопоставлялись с результатами ходовых натурных испытаний СВП опосредованно, в основном через скоростные характеристики и давления в ВП. Углы дифферента сравнивались только по тенденции их изменения в связи с низкой точностью штатной судовой системы определения угла дифферента. Определение в натурных испытаниях ходовых углов дифферента через изменение уровня воды в системе трубок не дало надежного результата. Более информативной оказалась киносъемка водного потока вблизи СВП, производимая с катера, движущегося параллельным курсом.

Деформации поверхности воды вблизи СВП пр. А-5, А-8, А-32 и А-48, волновые картины, смоченные поверхности баллонов в натурных ходовых испытаниях и вычислительных экспериментах находятся в качественном соответствии не только на ходовых режимах, соответствующих числам Фруда по объемному водоизмещению $Fr_v = 2.5 \div 5.5$, но и на ре-

жимах выхода на ВП $Fr_v = 1.5 \div 1.7$. При числах Фруда $Fr_v < 1.5$ математическое моделирование не проводилось.

С практической количественной стороны достоверность вычислительных экспериментов подтверждается следующими зафиксированными результатами.

1. Математическое моделирование, проведенное для СВП пр. А-32, показало, что кормовая часть центрального баллона оказывается в области положительных скосов потока воды и замывается. Было принято решение о подъеме центрального баллона на величину, рекомендуемую результатами вычислительного эксперимента. После модификации крейсерская скорость СВП возросла примерно на 10 км/ч.

2. Методами вычислительного эксперимента был проработан вариант аэрогидродинамической компоновки СВП пр. А-8 с новой системой интерцепторов на боковых баллонах. Система интерцепторов состоит из семейства полиуретановых пластин, наклеенных в определенных зонах баллонов ортогонально их поверхности. Целью проработки являлось уменьшение негативного влияния эффектов разрежения в кормовой части баллонов. Экспериментальное СВП пр. А-5 «Хивус № 224» с новой системой интерцепторов показало на испытаниях максимальную скорость 80 км/ч, что примерно на 20 км/ч выше скорости серийных СВП пр. А-5. При этом характеристики управляемости экспериментального СВП существенно выше характеристик серийных СВП указанного проекта, что косвенно свидетельствует о предсказанном уменьшении замыва кормовой части баллонов и величины топящей силы.

ВЫВОДЫ

1. Разработана методика вычислительного эксперимента, ориентированного на изучение аэрогидродинамики СВП с ГО баллонного типа. Методика позволяет моделировать влияние различных конструктивных факторов на несущие качества таких СВП и сопротивление его движению, определять смоченную поверхность элементов СВП,

исследовать вклад отдельных составляющих элементов компоновки этих СВП на аэрогидродинамические силы и моменты с учетом интерференции. Методика реализована на базе программного комплекса ANSYS CFX.

2. Применение разработанной методики позволило детально исследовать поля скоростей и давлений, геометрию границы раздела «вода–воздух» при движении рассматриваемых СВП на крейсерских режимах.

3. Сопоставление результатов вычислительных и натурных физических экспериментов свидетельствует о возможности применения разработанной методики на предварительных стадиях проектирования. Методика, базирующаяся на программном комплексе ANSYS CFX, удачно «улавливает» основные моменты протекающих аэрогидродинамических процессов, а сам программный комплекс, по-видимому, может быть успешно использован и в других задачах скоростного судостроения. Объемы и мощности вычислительных систем, потребных для решения проектных задач аэрогидродинамики, оказываются вполне разумными для проектантов-производителей СВП баллонного типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей. – Т. 1, 2. – М.: Мир, 1991.
2. Patankar S.V. Numerical Heat Transfer and Fluid Flow. – Hemisphere Publishing Corp., 1980.
3. Rhee, C.M. and Chow, W.L. A Numerical Study of the Turbulent Flow Past an Isolated Airfoil with T railing Edge Separation, AIAA Paper 82-0998, 1982.
4. Majumdar S. Role of Underrelaxation in Momentum Interpolation for Calculation of Flow with Nonstaggered Grids. Numerical Heat Transfer 13:125–132.
5. Harlow F.H., Welch J.E. Numerical study of large amplitude free surface motion // Phys. Fluids. – 1966. – Vol. 9. – P. 842–856.
6. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. – СПб.: BHV-Санкт-Петербург, 2004. ■



**World Maritime
Technology Conference**
29 May – 1 June 2012
Lenexpo, Saint Petersburg, Russia

Продолжается подготовка 4-й Всемирной морской технологической конференции (WMTС–2012, 29 мая–1 июня, Санкт-Петербург, «Ленэкспо», www.wmtc2012.org). Конференция и выставка организуются Международным и Российским НТО им. акад. А.Н. Крылова совместно с компанией Reed Exhibitions.

Заседания международного исполнительного/программного комитета конференции состоялись 8 февраля и 7 марта, 2011 г. в Санкт-Петербурге и Лондоне соответственно.

Проведение WMTС–2012 поддержано правительством России, и по поручению первого вице-премьера РФ, председателя Совета директоров ОАО «Объединенная судостроительная корпорация» И.И. Сечина, федеральными министерствами, включая: Министерство промышленности и торговли, Министерство транспорта, Министерство обороны, Министерство образования и науки, Министерство природных ресурсов и экологии и Министерство экономического развития. Конференция получила поддержку Морского совета Санкт-Петербурга, Ассоциации судостроительных предприятий города и области, 24 научно-технических обществ морского инженерного направления и многих других морских организаций развитых стран мира 29 мая, в рамках WMTС–2012, планируется провести Форум молодых морских лидеров.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОГО ОБЩЕГО ПРОГИБА (ПЕРЕГИБА) КОРПУСА СУДНА

С.О. Барышников, проф., ректор,
Т.О. Карклина, канд. техн. наук, доцент,
В.Б. Чистов, д-р техн. наук, проф., СПбГУВК,
контакт. тел. (812) 251 1221

До настоящего времени определение остаточного общего прогиба (перегиба) остается сложной технической задачей. По определению остаточная деформация объекта – это деформация, когда на объект не действует внешняя нагрузка. Корпус судна на плаву, на стапеле или в доке всегда испытывает внешнюю нагрузку от сил веса и сил поддержания, исключить эти нагрузки нереально (можно положить судно на борт, уменьшить до минимума силы трения, в этом случае в плоскости изгиба не будут действовать нагрузки, и в таком положении измерять форму корпуса), поэтому определять его приходится как разность между измеренным $y_{изм}$ и упругим $y_{упр}$ при заданной нагрузке на корпус по формуле

$$y_{ост} = y_{изм} - y_{упр} - y_r \quad (1),$$

где y_r – прогиб от неравномерного нагрева по высоте корпуса.

Измерение прогиба корпуса на плаву может быть выполнено с помощью геодезических приборов по специальным методикам или с использованием аппроксимированной параболы второй степени изогнутой оси по результатам измерения трех осадок на корпусе [1]:

$$y = px^2 + qx + h, \quad (2),$$

где x – координата по длине корпуса; p, q, h – постоянные, которые определяются по формулам:

$$\left. \begin{aligned} p &= \frac{T_{\otimes}L_3 - T_H L_2 - T_K(L_3 - L_2)}{L_2 L_3 (L_2 - L_3)}; \\ q &= \frac{T_{\otimes}L_3^2 - T_H L_2^2 - T_K(L_3^2 - L_2^2)}{L_2 L_3 (L_2 - L_3)}; \\ h &= T_K. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Здесь T_{\otimes}, T_H, T_K – осадка на миделе, носом и кормой соответственно; L_2, L_3 – места расположения измерителей осадки по длине судна, на миделе и в носу судна соответственно.

Схема измерения показана на рис. 1:

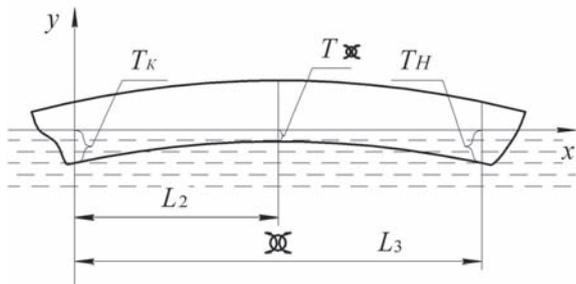


Рис. 1. Форма остаточного перегиба корпуса судна

Как видно, измерить фактический прогиб (перегиб) корпуса при заданной загрузке судна не представляет большой сложности. Следует отметить, что второй способ позволяет с меньшими затратами труда и времени, без использования дорогостоящего оборудования получить достаточно точный результат. Однако и в этом методе сохраняются недостатки, связанные с расчетом упругого прогиба. Нахождение второй компоненты формулы (1) – упругого прогиба представляет определенную сложность при вычислении.

Существующие методики и программы для вычисления упругого прогиба корпуса судна не учитывают в полной мере изменения моментов инерции поперечного сечения корпуса судна. Если для изменения моментов инерции по длине корпуса нового судна может быть применена формула из

справочника [2], то для корпуса судна с износом и местными деформациями расчеты по такой формуле могут дать значительную погрешность.

Третья составляющая формулы (1) учитывает изгиб корпуса от неравномерного нагрева по высоте. Разность между температурой нагрева палубы и днища может достигать нескольких десятков градусов, и пренебрегать изгибом от такой неравномерности нагрева не следует. Однако можно выполнять измерения, ограничив разность температур десятью градусами, и тогда погрешность при измерении будет незначительной.

Можно определять остаточный прогиб (перегиб) непосредственно, если учесть следующее:

- форма корпуса изменяется только на участках, где произошли пластические деформации;
- на малых по сравнению с длиной судна участках корпус судна приобретает постоянную кривизну.

Это позволяет представить изогнутую ось судна в виде линии, состоящей из прямолинейных участков, сопрягающихся дугами окружностей в районах, где произошли пластические деформации. Измеряя кривизну на этих участках и используя ее в расчете, можно исключить один из важнейших факторов, влияющих на точность определения стрелки остаточного прогиба, неравномерность распределения момента инерции поперечного сечения по длине корпуса судна и погрешности в его определении для каждого сечения.

Далее прилагается метод, позволяющий определять остаточный прогиб (перегиб) корпуса судна по результатам измерений его кривизны на отдельных участках.

Для вывода расчетной зависимости принимаются следующие допущения:

1. Корпус судна имеет остаточную кривизну только на участках, где произошли пластические деформации.
2. Участки для измерения кривизны располагаются в средней части корпуса судна. Длина участка $l = 5 \div 6$ м (три рамные шпации). Кривизна по длине участка не меняется, стрелка прогиба на участке измеряется с точностью до 1 мм, как показано на рис. 2 а, б.

3. Считается, что кривизна корпуса, измеренная на палубе или днище, совпадает с кривизной нейтрального слоя 2, а.

4. Изменением кривизны из-за упругого изгиба корпуса под действием нагрузки во время измерений пренебрегаем.

5. Для определения остаточного прогиба (перегиба) используем графо-аналитический способ определения прогиба балок, при котором прогиб равен уравнению для изгибающей момента фиктивной балки, нагруженной распределенной нагрузкой интенсивностью равной кривизне балки в сечении. Схема фиктивной балки дана на рисунке 2, в.

Первое допущение можно даже не считать допущением. Из определения остаточной деформации следует, что при ее оценке на объект не должна действовать внешняя нагрузка, и, значит, на участках, где не произошли пластические деформации, кривизна меняться не будет.

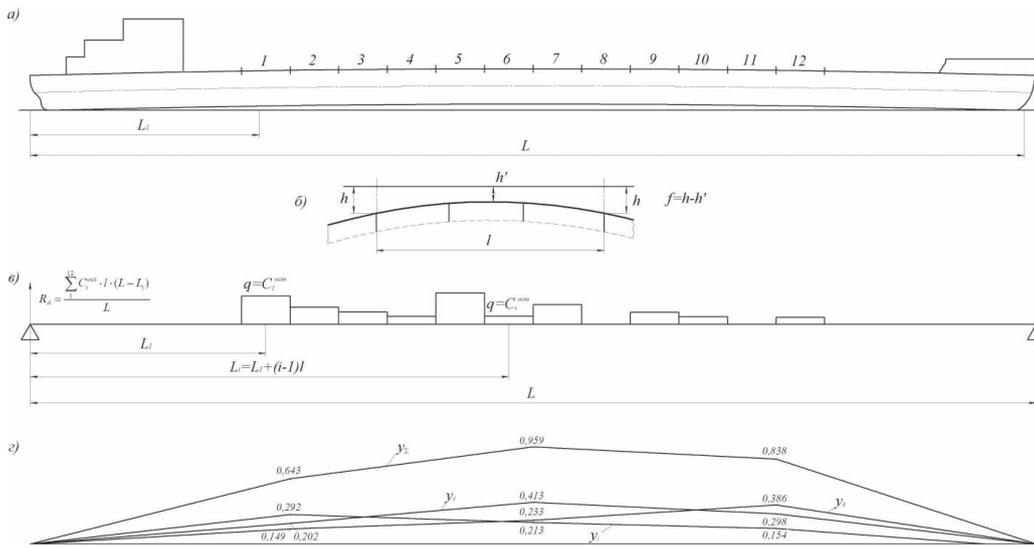


Рис. 2. Измерение остаточной изогнутой оси корпуса судна: а – участки измерения кривизны; б – измерение кривизны на участке; в – фиктивная балка с фиктивной нагрузкой; г – остаточная изогнутая ось; y_I – кривизна на участке I, y_{II} – кривизна на участке б, y_{III} – кривизна только на участке 9, y_{Σ} – кривизна только на участках 1, 6 и 9.

Второе допущение в части расположения измеряемых углов можно считать приемлемым, так как в средней части корпуса действуют наибольшие изгибающие моменты при эксплуатации, и поэтому здесь следует ожидать появления остаточной кривизны. Необходимо отметить, что расширения этой зоны в необходимых случаях в нос или в корму (например, появления остаточной кривизны на этих участках из-за неправильной технологии ремонта) не вызовет дополнительных трудностей при определении остаточного прогиба (перегиба). Длина участка, на котором выполняются измерения, выбрана равной трем равным шпациям (5–6 м) или длине листа на корпусе судна в средней части. Уменьшение длины участка приведет к уменьшению стрелки прогиба на участке и к трудностям ее определению.

При указанных размерах участка стрелка прогиба в реальных случаях изменяется в пределах 0–10 мм, уменьшение длины участка в 2 раза уменьшит диапазон изменения стрелки прогиба – до 0–2,5 мм. При точности измерения величины ± 1 мм, такой диапазон измерения явно мал. Увеличение длины участка повышает вероятность отклонения от постоянной кривизны на участке. Кривизна участка длиной l определяется по формуле

$$c = \frac{1}{R} = \frac{8f}{e^2}, \quad (4)$$

где R – радиус кривизны; f – стрелка прогиба на длине участка (высота хорды)

Третье допущение может дать погрешность при определении кривизны на измеряемом участке, не превышающую 0,5%, такая же погрешность будет для рассчитанных стрелок прогиба корпуса. При максимальной стрелке прогиба на участке $f = 10$ мм, измеренной на палубе, кривизна по формуле (4) будет равна

$$c = \frac{1}{R} = \frac{8 \cdot 0,01}{6^2} = \frac{1}{450}.$$

В этом случае кривизна корпуса судна на уровне нейтрального слоя

$$c_{н.с.} = \frac{1}{R - \frac{H}{2}} = \frac{1}{450 - 2,8} = \frac{1}{447,2},$$

где $H = 5,5$ м – высота борта корпуса, у судов смешанного плавания.

При измерении кривизны на участках судно находится под нагрузкой (действуют силы веса, силы поддержания), поэтому остаточная кривизна на участке должна определяться по формуле

$$c_i^{ост} = c_i^{изм} - c_i^{упр}, \quad (5)$$

где $c_i^{изм}$ – кривизна, вычисленная по формуле (4), после измерения стрелки прогиба на участке; $c_i^{упр}$ – кривизна, созданная изгибающим моментом от внешней нагрузки, на данном участке.

Кривизна на заданном участке, вызванная внешней нагрузкой,

$$c_i^{упр} = \frac{M}{EI}, \quad (6)$$

где M – максимальный изгибающий момент от внешней нагрузки действующей на участке, где выполняются измерения; $E = 2 \cdot 10^5$ МПа – модуль нормальной упругости для стали; I – момент инерции поперечного сечения корпуса судна на участке, где выполнялись измерения.

Используя формулы (4) и (6), можно определить стрелку упругого прогиба на участке, где выполняются измерения, и рассчитать ее для танкера типа «Волгонефть», у которого максимальный изгибающий момент на тихой воде $M = 60\,000$ кН·м, момент инерции $I = 3$ м⁴.

Тогда

$$f_{упр} = \frac{M}{EI} \cdot \frac{l^2}{8} = \frac{60000 \cdot 10^6 \cdot 6^2 \cdot 10^6}{2 \cdot 10^5 \cdot 3 \cdot 10^{12} \cdot 8} = 0,45 \text{ мм}$$

Как видим, поправка из-за упругого прогиба на участке лежит в пределах точности измерения прогиба на участке при измерении кривизны 0,45 мм < 1,0 мм кривизной на участке от действия внешней нагрузки можно пренебречь и считать, что

$$c_i^{ост} = c_i^{изм}. \quad (7)$$

Отыскание ординат линии на графике, состоящем из нескольких сопряженных участков, каждый из которых описывается своей функцией, возможно методами аналитической геометрии с учетом следующих условий:

- ординаты в начале и конце линии равны нулю (начальные условия);
- на границах участков функция не имеет разрывов и изломов (граничные условия);
- ординаты малы по сравнению с длиной всей линии, это позволяет считать, что кривизна на любом участке равна второй производной от функции

$$\frac{1}{R} = \frac{d^2 y}{dx^2}.$$

В старых курсах «Сопротивления материалов», например, в [3], для расчета изогнутой оси балки предлагался графоаналитический метод, в котором прогиб сечения действительной балки (от заданной нагрузки) равен изгибающему моменту в том же сечении фиктивной балки от фиктивной нагрузки.

Фиктивная балка с фиктивной нагрузкой представлена на рис. 2, в. В качестве фиктивной равномерно распределенной нагрузки принимается измеренная кривизна на заданном участке балки. Изогнутая ось балки будет совпадать с эпюрой изгибающего момента такой фиктивной балки. Для построения эпюры изгибающего момента фиктивной балки необходимо определить реакцию левой опоры. Реакция определяется из условия равновесия $\sum M(B) = 0$ и будет равна

$$R_A = \frac{\sum_{i=1}^n c_i^{ост} I(L - L_i)}{L}, \quad (8)$$

где n – количество участков, на которых измерялась кривизна; c_i^{oct} – кривизна на i -м участке; l – база измерения кривизны (длина измеренного участка); L_i – расстояние от начала до середины i -го участка $L_i = L_1 + (i - 1)l$; L – длина судна.

С учетом (8) уравнения для изгибающего момента фиктивной балки, $M_\phi(x)$, а, следовательно, для остаточного прогиба корпуса судна по нейтральному слою $y(x)$ будет

$$M_\phi(x) = y(x) = \frac{\sum_i^n c_i^{oct} l (L - L_i)}{L} x - \sum_i^n \left(\frac{c_i^{oct} (x - (L_i - \frac{l}{2}))^2}{2} \Big|_{x \geq L_i - \frac{l}{2}} - \frac{c_i^{oct} (x - (L_i + \frac{l}{2}))^2}{2} \Big|_{x \geq L_i + \frac{l}{2}} \right) \quad (9)$$

где $x \geq L_i - \frac{l}{2}$ и $x \geq L_i + \frac{l}{2}$ – показатели за вертикальной чертой, указывают, что слагаемые учитываются только в том случае, когда выражение в скобках, возводимое в квадрат, положительно.

Если учесть значения кривизны по (4), то после преобразования зависимость (9) при одном искривленном участке можно представить в виде

$$y(x) = 8 \frac{f_i (L - L_i)}{l} x - 4 \frac{f_i}{l^2} \left(x - (L_i - \frac{l}{2}) \right)^2 \Big|_{L_i - \frac{l}{2} \leq x \leq L_i + \frac{l}{2}} - 8 \frac{f_i}{l^2} (x - L_i) \Big|_{x \geq L_i + \frac{l}{2}}, \quad (10)$$

где $L_i - \frac{l}{2} \leq x \leq L_i + \frac{l}{2}$ показывает, что второе слагаемое учитывается только в том случае, если x находится в заданном промежутке.

Зависимость для определения остаточной изогнутой от корпуса судна, имеющей искривления на нескольких участках, можно определить по формуле

$$y(x) = \sum_1^n \left(8 \frac{f_i (L - L_i)}{l} x - 4 \frac{f_i}{l^2} \left(x - (L_i - \frac{l}{2}) \right)^2 \Big|_{L_i - \frac{l}{2} \leq x \leq L_i + \frac{l}{2}} - 8 \frac{f_i}{l^2} (x - L_i) \Big|_{x \geq L_i + \frac{l}{2}} \right) \quad (11)$$

Если считать, что корпус судна изогнулся по дуге окружности на участке от начала первого до конца последнего, а за пределами этого участка имеет вид прямой линии, то остаточная изогнутая ось

$$y(x) = 8 \frac{f_\Sigma (L - L_i)}{l_\Sigma} x - 4 \frac{f_\Sigma}{l_\Sigma^2} \left(x - (L_i - \frac{l_\Sigma}{2}) \right)^2 \Big|_{L_i - \frac{l_\Sigma}{2} \leq x \leq L_i + \frac{l_\Sigma}{2}} - 8 \frac{f_\Sigma}{l_\Sigma^2} (x - L_i) \Big|_{x \geq L_i + \frac{l_\Sigma}{2}}, \quad (12)$$

где f_Σ – стрелка прогиба посередине участка от начала участка первого до конца последнего участка $l = 5 \div 6$ м; l_Σ – длина от начала первого до конца последнего участка, на которых кривизна отличается от нуля.

Результаты расчетов остаточной изогнутой оси балки при различных вариантах измерений для танкера типа «Волго-нефть» ($L = 130$ м; $l = 6$ м; $f_i = 0,01$ м; $f_\Sigma = 0,218$; $l_\Sigma = 54$ м) показаны в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что остаточный прогиб на миделе довольно близко совпадает с результатом расчета по формулам (11) и (12). Вместе с тем следует отметить, что при измерении кривизны на большей базе необходимо учитывать поправку, вызванную упругим прогибом.

Таблица 1

К расчету остаточного прогиба на миделе

№ варианта	Координата по длине		
	$x = 29$	$x = 65$	$x = 83$
$I y_p$, м	0,292	0,213	0,154
$II y_{II}$, м	0,202	0,413	0,298
$III y_{III}$, м	0,149	0,333	0,383
$y_{\Sigma no(11)}$, м	0,643	0,959	0,838
$y_{\Sigma no(12)}$, м	0,605	0,971	0,863

Эта поправка к кривизне может быть рассчитана по формуле (6), а соответствующая ей поправка к измеряемой стрелке прогиба на изогнутом участке корпуса в (м) будет

$$f_{yup} = \frac{M l_\Sigma^2}{E I 8} \quad (13),$$

где M – среднее значение изгибающего момента на участке длиной l_Σ , вызванного нагрузкой на судно, при которой выполняется измерение, МНм; $E = 2 \cdot 10^5$ МПа – модуль нормальной упругости; I – момент инерции поперечного сечения корпуса в м⁴; l_Σ – длина участка, на котором измеряется кривизна в м.

Остаточная стрелка прогиба на миделе в этом случае определится по формуле

$$y\left(\frac{L}{2}\right) = 8 \frac{f_{изм} - f_{yup} L - L_1}{l_\Sigma} \frac{L - L_1}{2} - 4 \frac{f_{изм} - f_{yup}}{l_\Sigma^2} \left(\frac{L}{2} - \left(L_i - \frac{l_\Sigma}{2} \right)^2 \right) \Big|_{L_i - \frac{l_\Sigma}{2} \leq x \leq L_i + \frac{l_\Sigma}{2}} \quad (14)$$

Формулой (14) можно пользоваться, если известна эпюра изгибающего момента от внешних сил, действующих на судно во время измерения кривизны на участке, где имеются деформации. Далее полученную стрелку прогиба можно использовать для определения дополнительного изгибающего момента на тихой воде [3].

Предпочтения при определении формулы остаточного прогиба (перегиба) следует отдать формуле (12), так как в этом случае не только рассчитывается стрелка прогиба на миделе для определения дополнительного изгибающего момента на тихой воде независимо от загрузки судна во время измерения, но и устанавливаются места для ремонта при восстановлении формы корпуса судна по технологии, предложенной в статье [4]. Кроме того, даже использование формулы (14) возможно лишь после того, как будут определены границы деформированного участка корпуса l_Σ на основании измерений кривизны на малых участках $l = 5 \div 6$ м.

Для определения кривизны на участке корпуса может быть предложено простое устройство, состоящее из двух стоек, подвижной и неподвижной. На подвижной имеется линейка с делениями 1 мм, а на неподвижной устанавливается лазерная указка на высоте 200 мм от основания я. Для настройки стойки устанавливаются по концам участка и лазерная указка закрепляется так, чтобы перекрытие указки попало на начало отсчета на подвижной стойке, расположенное на высоте 200 мм от основания. Затем подвижная стойка переносится на середину участка и по линейке определяется стрелка прогиба на участке f_i . Схема измерений показана на рис. 2, б. Полученная остаточная изогнутая ось позволяет исправить кривую сил поддержания при заданной нагрузке и учесть это при определении изгибающего момента на тихой воде точнее, чем при расчете дополнительного момента по стрелке прогиба (перегиба) на миделе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карклина Т.О. Технологический подход к проблеме стабилизации метрологических характеристик танкеров. – Сб. науч. тр. ЛИВТа «Ремонт речных судов». – Л., 1990, 32–37 с.
2. Давыдов В.В., Маттес Н.В., Сиверцев И.Н. Прочность судов внутреннего плавания: Справ. – М.: Транспорт, 1978, 520 с.
3. Гулин И.А. Влияние остаточных и температурных прогибов корпуса судна на изгибающий момент от внешних сил. – Тр. ЛИВТа, 1960, вып. VI.
4. Барышников С.О., Лопарева Т.О., Чистов В.Б. Устранение остаточного перегиба частичным поперечным разрезом корпуса. – Тр. II Международ. науч.-техн. семинара «Исследование, проектирование и эксплуатация судовых ДВС» // СПб., СПГУВК, 2008. – 30–42 с. ■

В настоящее время в ОАО «Концерн «НПО «Аврора» реализуется комплекс мероприятий, направленных на модернизацию и повышение экономической эффективности производства, качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции. Одним из перспективных направлений является поиск и внедрение современных технологий антикоррозионной защиты изделий ответственного назначения из алюминиевых сплавов.

Алюминиевые сплавы широко используются в различных отраслях судостроительной промышленности. Условия эксплуатации изделий из этих сплавов предъявляют высокие требования к защите от воздействия внешних факторов.

Известно, что в естественных условиях алюминий и его сплавы быстро и легко пассивируются, покрываясь окисной пленкой. Эта пленка обладает низкой механической прочностью, неравномерностью толщины, высокой пористостью и не обеспечивает требуемых адгезивных и защитных свойств. Поэтому перед нанесением каких-либо покрытий на алюминий и его сплавы необходимо провести конверсию (преобразование) поверхности – создать конверсионный слой. Такой слой улучшает адгезию при нанесении лакокрасочных материалов, клеящих и уплотняющих веществ, а также повышает коррозионную стойкость изделий. Получают конверсионный слой путем химической обработки поверхности в соответствующих растворах.

Для получения конверсионного слоя на алюминиевых сплавах наибольшее распространение получило хромирование – пассивирование основного покрываемого металла и (или) покрытия, в результате которого на его поверхности образуется хроматная пленка [1]. В процессе хромирования на поверхности этих сплавов образуется плотная оксидная пленка, создающая хорошую адгезионную основу для нанесения последующего покрытия. Хроматные пленки способствуют значительному повышению адгезии лакокрасочных покрытий. В этом отношении они более универсальны, чем пленки, получаемые анодным оксидированием, особенно на покрытиях на основе синтетических смол и, в частности, эпоксидных.

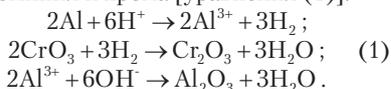
Различают три вида хромирования: бесцветное (прозрачное), желтое и зеленое хромирование [2].

Желтое хромирование осуществляется в кислых растворах, содержащих хромовую кислоту. В зависимости от условий и времени реакции образуются слои различной окраски, от бесцветного

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ ИЗДЕЛИЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

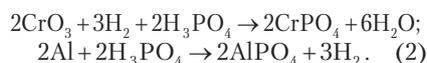
*М.В. Лушина, канд. хим. наук, ведущий инженер-технолог,
С.Г. Паршин, д-р техн. наук, зам. главного технолога – руководитель группы,
ОАО «Концерн «НПО «Аврора»,
контакт. тел. (812) 702 5933*

до золотисто-желтого. В ходе реакции хромовой кислоты с алюминием образуются нерастворимые в воде оксиды алюминия и хрома [уравнения (1)].



Из этих соединений и состоит хромирующий слой.

При *зеленом хромировании* в присутствии фосфорной кислоты образуются слои, состоящие преимущественно из фосфатов хрома и алюминия



Сравнительная характеристика оксидных пленок на алюминиевых сплавах приведена в табл. 1.

Таблица 1
Сравнительные характеристики оксидных пленок на алюминиевых сплавах

Окисление	Вид оксидной пленки	Толщина, нм
Естественное	Природная	1 – 10
	Естественное старение	3 – 100
Химическое	Бесцветное хромирование	10 – 50
	Желтое хромирование	80 – 1000
	Зеленое хромирование	80 – 1000

Длительное время хромирование считалось стандартной технологией и соответствовало уровню развития техники. Однако совсем недавно было доказано, что шестивалентный хром представляет собой значительную угрозу как для окружающей среды, так и для здоровья человека. Соединения шестивалентного хрома, которые неизбежно присутствуют в хроматных пленках, весьма токсичны и являются канцерогенами.

Основной причиной, побудившей зарубежные гальванические предприятия активно заняться поиском и внедрением альтернативных технологий, стала разработка ряда директив ЕС, резко ограничивающих применение хромового ангидрида (содержание в добавках

CrO_3 более 0,1% рассматривается как канцерогенная и мутагенная составляющая; добавки с содержанием CrO_3 свыше 7% рассматриваются как «очень ядовитые»). С 2007 г. введен запрет на использование шестивалентного хрома в конверсионных покрытиях, применяемых в автомобиле.

Помимо токсичности хроматные пленки обладают еще рядом существенных недостатков, таких как резкое снижение защитных свойств после их нагрева выше 100 °С, а также потеря способности к «самозалечиванию» после термического воздействия.

В отечественной промышленности еще продолжается использование технологий нанесения покрытий на алюминиевые сплавы из растворов, содержащих шестивалентный хром. В связи с этим поиск и освоение альтернативных технологий имеет необходимый и срочный характер.

В настоящее время в патентной и научно-технической литературе, а также в рекламных материалах фирм-производителей предлагаются различные альтернативные технологии создания конверсионного слоя на поверхности алюминия и его сплавов.

БЕСПРОМЫВОЧНОЕ ХРОМИРОВАНИЕ

Немецкой фирмой «Alufinish» предлагается технология, основанная на применении двухкомпонентного кислотосодержащего препарата Alficoat 770/771, состоящего, соответственно, из полимера Alficoat 770 и хромирующего компонента Alficoat 771 [3]. Раствор, содержащий препарат Alficoat 770/771, наносится на обрабатываемую поверхность. На этой стадии в растворе присутствует шестивалентный хром. Далее проводится сушка поверхности при температуре более 80 °С. В отличие от обычных методов нанесения конверсионных слоев, создание конверсионного слоя по этой технологии происходит не в момент нанесения раствора на поверх-

ность, а в сушильной установке. В процессе сушки образуется оксидный слой, покрытый полимерной пленкой. Одновременно практически весь шестивалентный хром переходит в трехвалентный. При использовании такой технологии не образуются хромсодержащие сточные воды, благодаря чему исключается необходимость промывки и многоступенчатой очистки отработанных вод. Данная технология может быть использована как в распылительных, так и погружных установках.

ТЕХНОЛОГИИ БЕЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХРОМА

В последнее время были разработаны технологии без использования хрома, в которых на поверхности алюминия и его сплавов формируется тонкая и в большинстве случаев прозрачная конверсионная защитная пленка из таких металлов, как цирконий и/или титан, молибден, церий или ванадий [4–9].

В работе [10] имеются указания на использование перманганатных растворов для получения конверсионных пленок на алюминиевых сплавах. Авторами показано, что введение в конвертирующий состав ИФХАНАЛ-2 в качестве модифицирующих добавок солей подгруппы железа значительно повышает устойчивость формируемых конверсионных слоев к питтинговой коррозии.

Фирмой «Alufinish» [3] предлагается технология Envirox S с использованием двухкомпонентного кислотосодержащего препарата на основе титана, в состав которого входят компоненты Alfiras 745 (соединения титана и активаторы поверхности) и Alfiras 746 (полимер). Образующиеся конверсионные слои бесцветны либо с легким желтоватым оттенком. Данный метод обработки может применяться в равной мере как в погружных ваннах, так и в распылительных установках.

По аналогии с традиционными методами хромирования технология Envirox S предусматривает заключительную многоступенчатую промывку. Хотя сточные воды не будут содержать хром, но требуется проведение очистки от титана. Поэтому более перспективными являются безхромные технологии создания конверсионного слоя, которые либо не используют металлов, либо не создают сточных вод. Такими технологиями являются технологии Envirox A и Envirox NR фирмы «Alufinish».

В технологии Envirox A не используется каких-либо металлов, обработка поверхности проводится двухкомпонентным щелочным раствором, состоящим из двух полимеров Alfiras 740 и Alfiras 740/1. Образующиеся конверсионные пленки слабо окрашены, их наличие сложно определить визуально. Эта тех-

нология применяется только в погружных установках при температуре раствора 40–60 °С. После образования конверсионного слоя следует многоступенчатая промывка, включающая в себя одну кислотную промывку для нейтрализации щелочного конверсионного слоя.

Технология Envirox NR не использует хром и не требует конечной промывки. Применяется однокомпонентный кислотный препарат, содержащий полимер и неорганический пассиватор на основе титана. Образующийся при данном методе обработки неорганический конверсионный слой покрыт полимерной пленкой. Технология Envirox NR применяется для обработки поверхностей в погружных ваннах и распылительных установках. Она позволяет также наносить конверсионные слои электростатическим методом на горячие поверхности [3].

Также для замены хрома предлагаются такие физические процессы, как создание тонких силикатных пленок посредством пламенного пиролиза [11].

ТЕХНОЛОГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРЕХВАЛЕНТНОГО ХРОМА

Недостатком пленок, полученных без использования хрома, является их низкая толщина или химическая активность. Высокий уровень коррозионной защиты достигается только тогда, когда конверсионный слой имеет толщину, достаточную для создания барьера для коррозионной среды, и когда конверсионный слой состоит из химически инертных субстанций. При этом только незначительное количество элементов образует труднорастворимые оксиды и может рассматриваться как основа конверсионного защитного слоя [12–14].

Предъявляемым требованиям наиболее полно соответствуют соединения трехвалентного хрома. Из всех стабильных степеней окисления хрома токсичной является только степень окисления +6. Металлический хром со степенью окисления 0 и встречающийся в природе хром со степенью окисления +3 являются безопасными [15, 16].

Таким образом, можно сделать вывод, что трехвалентный хром – наиболее подходящая замена для шестивалентного хрома. Соединения трехвалентного хрома обладают всеми свойствами, необходимыми для формирования конверсионного слоя:

- хорошо растворимы в кислых средах, которые наиболее предпочтительны для создания конверсионных слоев на алюминии;
- образуют на поверхности алюминия инертный оксид, обеспечивающий длительную защиту;
- безопасны и физиологические свойства хорошо известны.

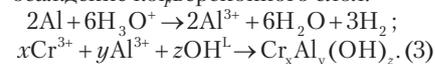
Трехвалентный хром давно и успешно используется при нанесении конверсионного слоя на цинк и его сплавы. Толщина такого слоя достигает 300 нм, и образующийся антикоррозионный слой является полноценной заменой желтого хромирования [17].

Конверсионные пленки, получаемые в растворах, содержащих трехвалентный хром (хромирование), так называемые хромитные пленки, по ряду параметров превосходят хроматные пленки. Так, последние характеризуются повышенной коррозионной стойкостью, обладают высокой термостойкостью (т.е. способны выдерживать так называемый термошок – выдержка при 150 °С в течение 1 ч), и их защитная способность при нагревании не снижается. Растворов хромирования служат дольше растворов хромирования благодаря тому, что дисбаланс между ионами Cr³⁺ и Cr⁶⁺, который имеет место при длительной эксплуатации хромирующих растворов, не возникает. Важное преимущество хромирования – возможность длительного межоперационного хранения, так как конверсионный слой устойчив к коррозии и практически не изменяет своих свойств во время хранения.

В настоящее время ряд фирм предлагает технологии для получения хромитных пленок на алюминии и его сплавах. Одной из таких технологий является ChromitAL – технология, разработанная немецкой компанией «SurTec» с использованием препаратов, содержащих трехвалентный хром: жидкий концентрат SurTec 650 или порошок SurTec 651 [18].

ChromitAL позволяет получать стабильный и надежный конверсионный слой, который не уступает конверсионным слоям, полученным из растворов на основе шестивалентного хрома. Достигаются хорошая антикоррозионная защита и адгезия к лакокрасочным покрытиям. Цвет конверсионного слоя зависит от состава обрабатываемого сплава и может изменяться от светло-желтовато-красноватого до синего. Процесс хромирования может осуществляться методами погружения или распыления.

Технологический процесс проходит в два этапа: сначала проводится активация поверхности в растворе, содержащем фторид-ионы, затем происходит осаждение конверсионного слоя:



При осаждении конверсионного слоя стехиометрические параметры x , y и z могут изменяться. Процесс требует поддержания величины pH в пределах 3,7–3,9, чтобы избежать защелачивания ванны, в результате которого трехвалентный хром выпадает в осадок в виде гидроксида Cr(OH)₃.

Испытания хромитных пленок, полученных по технологии ChromitAL, пока-

Сравнительные характеристики конверсионных слоев на алюминии, полученных по различным технологиям

Технология	Удельный вес, мг/м ²	Толщина, нм	Удельное сопротивление, мОм/см ²	
			до коррозионных испытаний	после 168 ч в камере соляного тумана
Желтое хромирование	500 – 1000	200 – 400	0.27	0.73
ChromitAL	250	100	0.25	0.51
Безхроматная	100 - 150	20 - 50	-	-

зали, что после выдержки образцов в течение 168 ч в камере соляного тумана на обработанной поверхности не обнаружено продуктов коррозии, в то время как незащищенные участки поверхности интенсивно корродировали (рис. 1).

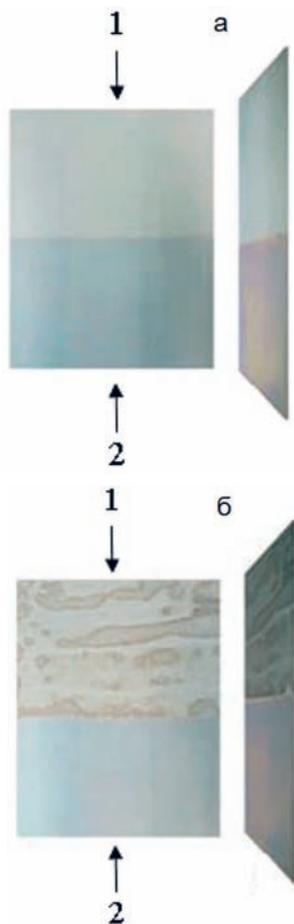


Рис. 1. Внешний вид образца с покрытием ChromitAL [19] до (а) и после (б) коррозионных испытаний
1 – необработанная поверхность;
2 – поверхность с хромитной пленкой

Капельный метод испытаний, использованный для деталей сложной конфигурации, также подтвердил качество наносимой хромитной пленки. На рис. 2 видно изменение цвета с голубого на желтый, что указывает на наличие качественного защитного слоя.

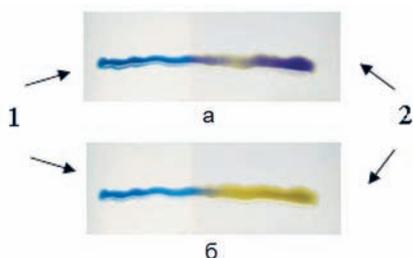


Рис. 2. Капельный метод проверки качества хромитной пленки ChromitAL [19] в момент нанесения тестового раствора (а) и через 60 с (б)
1 – необработанная поверхность;
2 – поверхность с хромитной пленкой

Важным параметром является электрическое контактное сопротивление, которое в слоях, полученных без использования

соединений хрома, значительно ухудшается при коррозионной нагрузке. В табл. 2 приведены данные о толщине, весе и контактном сопротивлении конверсионных слоев, полученных при желтом хромировании, при технологиях без использования хрома и при использовании технологии ChromitAL.

По данным фирмы «SurTec», качество хромитных пленок, получаемых по технологии ChromitAL, обеспечивает надежную антикоррозионную защиту изделий без последующего нанесения каких-либо других покрытий. Практические результаты, полученные при использовании данной технологии в Германии и на 30 предприятиях Европы, показывают, что химическое окисление в растворах трехвалентного хрома – лучшая альтернатива шестивалентному хромированию.

В заключение следует подчеркнуть, что отказ от шестивалентного хрома не требует внесения каких-либо существенных изменений в существующее оборудование или в установленную последовательность операций. При этом сокращаются расходы на нейтрализацию сточных вод и отработанных растворов, а также на утилизацию шлама.

Таким образом, переход на технологию нанесения конверсионных слоев в растворах трехвалентного хрома оправдан как с точки зрения улучшения функциональных свойств изделий, так и с точки зрения повышения экономической эффективности и экологической рациональности гальванического производства.

В связи с этим в настоящее время в ОАО «Концерн «НПО «Аврора» начаты работы по исключению из производства соединений шестивалентного хрома с переходом на экологически безопасные технологии при сохранении высокого качества антикоррозионной защиты.

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 9.305-84.
- Денкер И.И., Кулешова И.Д. Защита изделий из алюминия и его сплавов лакокрасочными покрытиями. – М.: Химия. 1985.
- <http://www.alufinish.de>.
- Pietschmann J. Chromfreie Verfahren für die Passivierung von Aluminium

und seinen Legierungen // Galvanotechnik. – 1997. – 88. – №.1. – S. 156–167.

- Sebralla L. Oberflächenbehandlung von Leichtmetallrädern mit SAM. Berichtsband über das 27. – Ulmer Gespräch 2005, Leuze Verlag. 2005, S. 79–84.
- Aluminium-Werkstoffe chromfrei vorbehandeln // JOT. – 2000. – № 7. – S. 46–49.
- Rauscher G. Neuartige chromfreie Vorbehandlungsverfahren für die Aluminium-Lackbeschichtung // Galvanotechnik. – 2004. – № 11. – S. 2744–2751.
- Conde A., Arenas M.A., Frutos A. de, Damborenea J. de. Effective corrosion protection of 8090 alloy by cerium conversion coatings // Electrochim acta. – 2008. – Vol. 53. – № 26. – P.7760–7768.
- Wang C., Jiang F., Lin H., Jiang X. Cerium conversion coatings for LY12 aluminum alloy // Corros. Sci. and Prot. Technol. – 2001. – Vol. 13. – № 2. – P. 74–76.
- Олейник С.В., Зимина Ю.М., Макарычев Ю.Б. Химическое окисление алюминиевого сплава АД-31 в перманганатных растворах // Коррозия: матер., защита. – 2009. – № 12. – С. 33–38.
- Tiller H.-J., Leuthäuser J., Helbig M., Gorski D. Alternative zur Chromatierung, Phosphatierung und Anodisierung // JOT. – 1997. – № 7. – S. 36–38.
- Jansen R., Preikschat P. Chrom(VI)-Ersatz auf Zink // Nachbehandlungsverfahren in der Praxis, Berichtsband über das 23. – Ulmer Gespräch 2001, Eugen G. Leuze Verlag, 2001, S. 33–41.
- Jansen R., Preikschat P. Chromatierungen und Passivierungen auf Zink- und Zinklegierungen. – Jahrbuch Oberflächentechnik, Giesel Verlag, B–d 57, 2001, S. 71–83.
- Lide D.R. Handbook of Chemistry and Physics. – CRC Press, 71st Edition. – 1990–1991.
- Römpf Chemie Lexikon. – Georg Thieme Verlag, 9. Auflage, 1989–1992.
- Holleman-Wiberg. Lehrbuch der anorganischen Chemie. – Walter de Gruyter. 91–100. Auflage, 1985.
- Гарднер А., Шарф Д. Гальванотехника и обработка поверхности. – М.; 2002, т. X, №4, С.39.
- <http://www.SurTec.com>. ■

В связи с активизацией отечественного судостроительного комплекса, связанной с необходимостью создания судов и морской техники для нужд отечественных судовладельцев, важно оценить объем производства предприятия для эффективного размещения заказов. Ранее для оценки объема производства и размещения заказов на предприятиях использовались данные трудоемкости постройки тех или иных судов, определявшиеся ориентировочно по имевшимся нормативам. Естественно, что при этом учитывались специализация предприятия, наличие трудовых ресурсов и потенциальный объем переработки стали. Сегодня ранее применявшиеся нормативы оценки трудоемкости постройки судов в значительной степени устарели, а новые не разработаны. Поэтому требуется какой-то иной подход к измерению объема производства предприятием судостроительной продукции и оценке размещения заказов по предприятиям.

В 90-х гг. прошлого века в мировом судостроении для измерения объема выпуска судостроительной продукции была разработана единица, получившая название компенсированная регистровая тонна (сгт). Она представляет собой общую меру оценки объема выпуска судостроительной продукции, а впоследствии стала статистическим инструментом обеспечения более точной оценки загрузки судостроительных предприятий, чем ранее применяемые оценки, получаемые путем сравнения суммарного регистрового тоннажа или дедвейта построенных судов. Новая единица измерения сгт в какой-то мере учитывает трудоемкость и технологические особенности строительства того или иного судна, т.е. добавленную стоимость при постройке судна на верфи. С началом текущего столетия компенсированная регистровая тонна сгт стала основной единицей измерения объема выпуска судостроительной продукции [1]. В табл. 1 в качестве примера приведены значения производительности ряда зарубежных верфей в сгт (верфи выбраны не случайно, а таким образом, чтобы можно было сопоставить их по объему выпущенной продукции в сгт с российскими верфями).

На неполной загрузке некоторых верфей в 2008 г. сказался кризис.

В табл. 2 приведена ориентировочная производительность отечественных верфей, полученная на основе обработки данных по выпуску судостроительной продукции за наиболее продуктивный по выпуску гражданской продукции период для каждой верфи. Этим периодом был выбран 1971–1975 гг. Предприятия в это время строители преимущественно транспортный флот, загруженность строительством гражданской продукцией была близка к 100%-ной.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЕНСИРОВАННОГО РЕГИСТРОВОГО ТОННАЖА ДЛЯ ОЦЕНКИ ОБЪЕМА ПРОИЗВОДСТВА СУДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Е.В. Бабчук, инженер ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова»,
контакт. тел. +7(812) 7236934

Таблица 1
Производительность некоторых зарубежных верфей

Верфь и страна	Производительность, сгт тыс.т	
	потенциальная	фактическая за 2008 г.
«Brodosplit», Хорватия	149	109
«Flensburger» Германия	90	90
«Fukuoka S.B.», Япония	87	73
«Nokbong S.B.», Ю.Корея	73	64
«Sedef Gemi End.», Турция	70	70
«Baggeras S.A.», Испания	70	27
«Ha Long Shipyard», Вьетнам	55	55
«Tsuji H.I.», Китай	49	12
«Bulyard», Болгария	32	14
«Bharati S.Y.», Индия	21	10

Таблица 2
Производительность некоторых отечественных судостроительных предприятий

Судостроительное предприятие	Усредненный показатель, сгт за год
ОАО «Северная верфь»	32
ОАО «Выборгский судостроительный завод»	40
ОАО «Красное Сормово»	28

Конечно, как уже отмечалось, оценивать размещение судов по предприятиям наиболее правильно было бы по трудоемкости постройки тех или иных судов. Но при разработке программ данные трудоемкости постройки судов, включенных в программу, обычно отсутствуют.

Поэтому для оценки размещения судов программы по предприятиям предлагается использовать компенси-

рованный регистровый тоннаж сгт. С помощью этой величины может быть условно оценена трудоемкость постройки любого судна. По принятой международным судостроительным сообществом методике необходимо знать валовый регистровый тоннаж (BRT), но, как правило, эта единица измерения в судостроительных программах также не приводится, обычно вместо нее даются для транспортных судов дедвейт DWT и мощность N (кВт) для вспомогательных судов и рыбопромыслового флота. Поэтому необходимо знать величину сгт в зависимости от приводимых в судостроительных программах характеристик судов. Такими характеристиками являются:

- для транспортных судов дедвейт DWT и контейнеровместимость TEU;
- для судов обслуживающего и рыбопромысловых флотов мощность N СЭУ.

С этой целью были обработаны данные по судам и морской технике [2] и построены графики ориентировочной зависимости сгт от характеристик судов того или иного типа (рис. 1–3).

Для сухогрузов, балкеров, лесовозов и рудозовов наиболее характерным показателем является дедвейт. Суда этого типа относительно наименее трудоемки. Статистические данные на рисунках располагаются достаточно кучно, что говорит о приемлемости использования полученных результатов для оценки в первом приближении сгт транспортных судов данных типов.

На рис. 4 и 5 приведена зависимость компенсированного регистрового тоннажа сгт от грузоместимости (m^3) для газозовов LPG и LNG. На рис. 5 заметен «выброс» сгт для судов LNG при $W = 140–150$ тыс. m^3 . Объясняется это применением на ряде судов LNG сферических танков (MOSS), у которых сгт на 10–15 % больше, чем у газозовов с мембранными танками такой же вместимости.

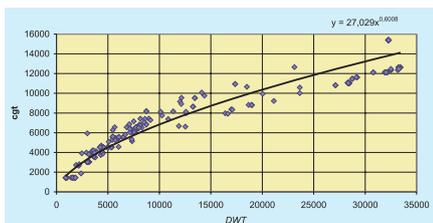


Рис. 1. Зависимость сгт от DWT до 35 000 для сухогрузов, балкеров, лесовозов и рудовозов

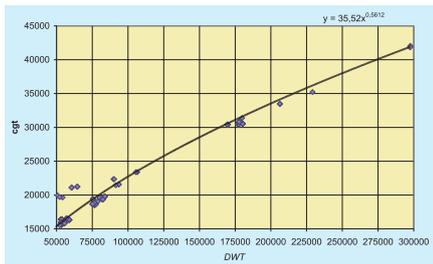


Рис. 2. Зависимость сгт от DWT до 300 000 для сухогрузов, балкеров, лесовозов и рудовозов

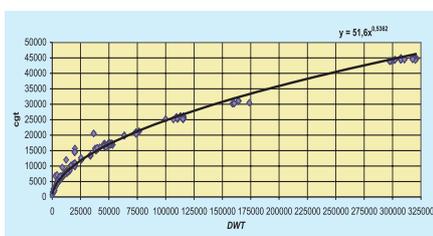


Рис. 3. Зависимость сгт от DWT для танкеров и химовозов

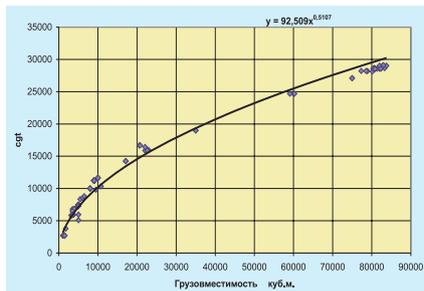


Рис. 4. Зависимость сгт от грузоемкости (для газозовов LPG)

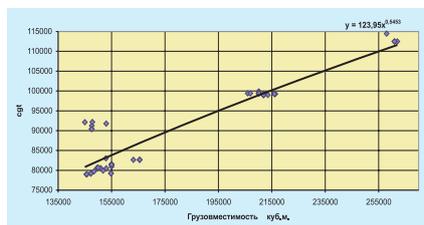


Рис. 5. Зависимость сгт от грузоемкости (для газозовов LNG)

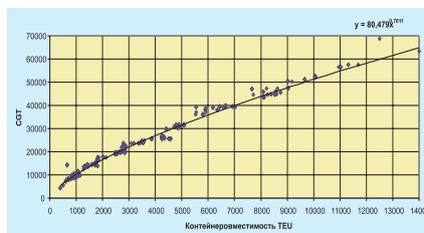


Рис. 6. Зависимость сгт от контейнероемкости TEU (для контейнеровозов)

Для контейнеровозов на рис. 6 приведена зависимость компенсированного регистрового тоннажа сгт от контейнероемкости (TEU). Из него видно, что статистические точки лежат достаточно плотно, что говорит о малой погрешности.

Попытка получить зависимость компенсированного регистрового тоннажа сгт от мощности СЭУ (кВт) для судов обслуживающего флота не привела к успеху. Для получения строгой зависимости необходима статистическая обработка данных для судов, четко разграниченных по подтипам.

Таким образом, зависимости позволяют ориентировочно оценить компенсированный регистровый тоннаж судов, заявленных в программах тех или иных ведомств, и разработать предложения по распределению заказов на суда по предприятиям отрасли. Кроме того, с помощью сгт может быть выражен производственный потенциал каждого судостроительного предприятия на данный момент.

ЛИТЕРАТУРА

1. Логачев С.И., Чугунов В.В., Горин Е.А. Мировое судостроение: современное состояние и перспективы развития. – Изд. 2-е, доп. и перераб. – СПб: Мор Вест, 2009. – 544 с.
2. Clarkson Research Services (Лондон), 2009. ■

Теория человеческого капитала, получившая широкое распространение в США в начале 60-х гг. XX в., рассматривает образование и квалификацию как основу экономического роста. Согласно этой концепции различия в заработной плате являются следствием различий в инвестициях в человеческий капитал. В соответствии с данной теорией в эпоху «экономики знаний», характеризующейся опережающим ростом инвестиций в образование по сравнению с ростом инвестиций в основные фонды, развитие человеческих ресурсов – стратегическая задача любой организации, которая стремится быть конкурентоспособной и лидирующей в современных рыночных условиях. Знания превращаются в ключевой ресурс, в главную производительную силу.

П. Дракер считает, что в современную эпоху постиндустриального, информационного общества знания оттесняют на второй план традиционные экономические ресурсы – капитал, труд, землю: «Современное предприятие или учреждение – это, прежде всего, человеческая социальная организация. И менеджмент как наука и как практика имеет дело с человеческими и социальными ценностями»*.

* Drucker P.F. Post Capitalist Society. – N.Y., 1993, p. 86.

ИНВЕСТИЦИИ В ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ КАК ОСНОВА РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИИ

Ю.С. Беляев, зам. директора, «Севмашвтуз» – филиал СПбГМТУ, г. Северодвинск, контакт. тел. 8 921 4807687

Трактовка образования как основной формы «капиталовложений в человека» получила распространение в работах Эри Беккера, Теодора Шульца и их последователей. Интенсивное распространение этого направления во всем мире явилось следствием признания решающей роли кадрового потенциала в экономическом росте и перспективном развитии народного хозяйства. В условиях научно-технической революции постепенно происходит смещение от процессов использования имеющейся рабочей силы к процессам формирования качественно нового состава высококвалифицированных кадров. Сегодня все больше инвестиций вкладывается не в технику, а в реальный качественный рост производительной силы человека. Большинство

развитых стран мира действуют согласно стратегическим направлениям инвестиционной политики, при которой оценка результативности, все факторы экономического роста, обусловленные инвестициями, будут достигаться посредством прироста производительной силы человека, влияющей на изменение структуры и объема национального богатства страны.

Человеческие (трудовые) ресурсы совместно с материальными, финансовыми и производственными составляют капитал предприятия. Однако единицу «человеческого капитала» представляет не сам работник, а его знания, умения, навыки, при этом вне своего носителя – человека – этот капитал не может существовать. Поэтому по своей экономической сути человеческий капитал можно отнести к нематери-

альным фондам предприятия, к ценностям информационного характера. Рабочая сила в таком случае становится средством производства, требующим определенных инвестиций для повышения производительности и результативности.

Инвестиции в человеческий капитал происходят на макроуровне в виде расходования государственных средств на образование, поскольку правительство уверено: хорошо образованное население ускоряет развитие страны. На микроуровне работодатель несет расходы на обучение и переподготовку своих работников, поскольку ожидает, что эти расходы будут возмещены и будет получена дополнительная прибыль благодаря более высокой производительности работников. Также и сами работники тратят не только свое личное время, но и деньги, чтобы получить образование, так как в большинстве стран более образованные, обладающие лучшими навыками работники способны заработать больше. Как правило, они могут производить больший объем продукции или продукцию, обладающую более высокой рыночной ценностью, а их работодатели, признавая этот факт, выплачивают им более высокую заработную плату.

Инвестиции в человеческий капитал могут быть прямыми и сопряженными. К прямым инвестициям следует относить затраты на образование и профессиональную подготовку работников, к сопряженным – затраты, связанные с воспроизводством материальных носителей человеческого капитала (медицинское и социальное обслуживание). Прямые вложения в человеческий капитал увеличивают его объем, а сопряженные продлевают срок его «эксплуатации», улучшая условия его функционирования и повышая производительность.

Объем прямых инвестиций в человеческий капитал в развитых странах достигает весьма значительных размеров, и уровень их постоянно возрастает. Необходимо заметить при этом, что, учитывая определенную схожесть между физическим и человеческим капиталом, в оценке эффективности инвестиций в них существует немалая разница. К примеру, при приобретении однотипного оборудования одинаковой стоимостью предприятие расходует денежные ресурсы в рамках инвестиций, рассчитывая на получение одинаковой производительности и одинакового дохода при эксплуатации этого оборудования. При оценке человеческого капитала такой вывод сделать нельзя: два работника, получившие одно и то же образование в одном учебном заведении будут работать с разной отдачей. Их производительность и результативность определяется их личными качествами и природными способностями. Кроме этого, существует и другое отличие вложений в физический и человеческий капи-

талы. Содержание нового оборудования, приобретенного за счет инвестиций, обходится обычно дешевле, чем ранее приобретенного. А опытный работник при том же уровне подготовки ценится значительно выше молодого специалиста.

Исследователями предпринимаются небезуспешные попытки измерить динамику человеческого капитала и дать его качественную и количественную оценку.

Первый в мировой экономической литературе расчет окупаемости образования и расходов на приобретение квалификации был выполнен в 20-е гг XX в. академиком С.Г.Струмилиным*. Позднее Л.Турроу и Б.Вэйсборд предложили свой математический аппарат оценки расходов и признали, что величина человеческого капитала оценивается как капитализованная рента, т. е. то дополнение к заработку, которое дает образование.

Ученые Т.Шульц и И.Бен-Порэт предложили следующую модель:

$$Q_t = B_0 (S_t \cdot K_t)^{B_1} D^{B_2},$$

где Q_t – объем произведенного человеческого капитала в момент времени t ; B_0 – коэффициент способности увеличивать человеческий капитал; S_t – часть имеющегося запаса человеческого капитала, включенная в производство этого капитала в момент времени t ; K_t – общий запас человеческого капитала в момент времени t ; B_1, B_2 – коэффициенты ($B_1 + B_2 < 1$); D – покупаемые вложения.

В действительности применяются разные методы количественной оценки инвестиций в человека. Самый распространенный – метод капитализации будущих доходов на основе дисконтирования, применяемыми в практике инвестиционного проектирования. Экономический анализ и оценка эффективности инвестиций строятся на сопоставлении осуществленных капиталовложений и того дохода, который они приносят в будущем. Для такого сопоставления необходимы обобщающие статистические характеристики, которые порождают следующие основные инвестиционные критерии:

– индекс прибыльности – отношение будущих дисконтированных сумм дохода к дисконтированной сумме затрат

$$\text{ИП} = \frac{\text{ДД}}{\text{ДЗ}},$$

где ИП – индекс прибыльности; ДД – дисконтированная сумма дохода:

$$\text{ДД} = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+r)^t},$$

(здесь B_t – доход в году t ; r – годовая процентная ставка; n – продолжительность периода осуществления инвестиций и получения дохода от них); ДЗ – дисконтированная сумма затрат:

$$\text{ДЗ} = \sum_{t=1}^n \frac{Z_t}{(1+r)^t},$$

* Струмилини С.Г. Проблемы экономики труда. – М.: Наука, 1982.

где Z_t – затраты в году t ; r – годовая процентная ставка; n – продолжительность периода осуществления инвестиций и получения дохода от них.

Чистая приведенная ценность (в мировой терминологии – NPV) – суммарная дисконтированная стоимость доходов за вычетом суммарной дисконтированной стоимости затрат. Критерий NPV сводится к максимизации разницы между выгодами от образования и затратами на него.

$$\text{ЧПЦ} = \text{ДД} - \text{ДЗ},$$

где ЧПЦ – чистая приведенная ценность.

Внутренняя норма отдачи – годовая процентная ставка, обеспечивающая равенство дисконтированной величины будущих доходов от инвестиций и дисконтированной суммы затрат. Этот критерий предполагает приравнивание текущих стоимостей потока выгод от образования и потока издержек и нахождение внутренней нормы отдачи образования R :

$$\sum_{t=1}^n \frac{(B_t - Z_t)}{(1+R)^t} = 0,$$

где R – внутренняя норма отдачи; B_t – доход в году t ; Z_t – затраты в году t .

Внутренняя норма отдачи есть норма дохода, которую можно ожидать при реализации образовательного инвестиционного проекта. Для эффективных инвестиций R должна превышать банковскую ставку процента по долгосрочным займам. Чем выше R , тем прибыльнее инвестиции в образование.

Инвестиции в образование не только важный способ наращивания человеческого капитала страны и улучшения перспектив экономического роста. Они имеют и собственную ценность, поскольку образование расширяет кругозор людей, обеспечивает им возможность самореализации, способствует их материальному благополучию и здоровому образу жизни. Результаты исследований свидетельствуют о плодотворности анализа «издержки-выгоды» в сфере образования и могут использоваться при проведении инвестиционной политики, в решении проблемы инвестиционного выбора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сергеев И.Б. Государственное регулирование экономики: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во СЗАГС, 2003. – 120 с.
2. Управление персоналом в условиях социальной рыночной экономики / Под науч. ред. проф., д-ра Р.Марра, д-ра Г.Шмидта. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 480 с.
3. Управление современным образованием: социальные и экономические аспекты / А.Н.Тихонов, А.Е.Абрамешин, Т.П.Воронина, А.Д.Иванников, О.П.Молчанова; Под ред. А.Н.Тихонова. – М.: Вита-Пресс, 1998. – 256 с.
4. Экономическая теория / Под ред. А.И.Добрынина, Л.С.Тарасевича: Учеб. для вузов. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, «Питер Паблишинг», 1997. – 344 с.
5. Человек и труд, 2003, №4.
6. www.eurasia.org.ru/articles/Дор05.htm ■

Современные информационные технологии все глубже проникают во многие сферы деятельности. Этот процесс становится настолько масштабным, что затрагивает жизненные интересы государства, особенно в области информационной безопасности.

Автоматизированные системы управления (АСУ) широко применяются в атомной, нефте-газоперерабатывающей, химической промышленности, на всех видах транспорта (в судостроении, авиастроении, ракетостроении), в навигационных системах, в системах управления и в других областях. Вывод из строя АСУ может повлечь за собой сбой технологического цикла предприятия, систем управления, навигации и сопровождения транспорта и, как следствие, привести к авариям и катастрофам с гибелью людей. Все это делает актуальной защиту информационных систем и ресурсов, для реализации которой необходимы анализ ресурса поля угроз, системы защиты информации и прогнозирование её состояния.

На основе натурального эксперимента и полученных в ходе его данных можно провести заключительный системный анализ исследуемой корпоративной среды. Структурная схема (рис. 1) отражает схематично уровни поля угроз и уровень средств защиты информации (СЗИ), соответствующий тому или иному составу этого поля угроз. На схеме показаны уровни поля угроз, рассмотренные ранее в математической модели, которые определяются финансово-административными ресурсами. Схематично представлена динамическая СЗИ, которая проектируется и функционирует в зависимости от защищаемого уровня поля угроз. Она может адаптироваться к его изменениям, вызванными понижением или повышением собственного ресурса защищаемого объекта информации.

При составлении схемы изучались возможности противников построения СЗИ с проведением градации по целям, которые они преследуют в ходе атаки на защищаемую информационную систему, в соответствии с учетом их финансово-административных ресурсов.

Представлены следующие уровни угроз:

- *внешнеполитический уровень* – уровень поля угроз, связанный с вторжением иностранных государственных органов в защищаемую информационную среду других государств, т.е. уровень информационных войн. Проблемы этого уровня в нашей работе не исследуются в связи с закрытостью данных тем;

МОНИТОРИНГ РЕСУРСОВ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОЛЯ УГРОЗ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Г.П. Жигулин, канд. техн. наук, доцент, декан Института комплексного военного образования СПб ГУИТМО,
контакт. тел. (812) 315 7636



Рис.1. Структура избирательного метода оптимизации построения комплексной системы защиты информации

- *внутриполитический уровень* – уровень поля угроз, связанный с информационными воздействиями высших государственных органов страны на всевозможные ведомства и организации этой страны;

- *уровень министерств и ведомств* – уровень поля угроз, связанный с воздействиями на объекты информатики между различными министерствами и ведомствами одного государства;

- *уровень органов субъектов федерации* – уровень поля угроз, связанный с информационными акциями между региональными структурами;

- *уровень корпораций, общественных организаций, религиозных конфессий* – это уровень поля угроз, связанный с действиями различных крупных организаций, направленными на нарушение функционирования информационных систем безопасности.

- *уровень предприятий*; в том числе частных предприятий;
- *уровень физических лиц.*

Для дальнейшего изложения обозначим несколько параметров системы и дадим необходимые определения. Под *корпоративной информационной средой* будем понимать определенную среду (сеть), объединяющую воедино информационные потоки n числа корпораций (рис. 2), как нападающих,

так и обороняющихся, строящих свою информационную защиту и атаку в зависимости от состояния общего ресурса. Часть этого ресурса организация отводит на атаку и защиту в соответствии с выбранной корпоративной стратегией поведения в корпоративной среде. Часто на практике организации используют общий ресурс как на информационно-атакующие действия, так и на СЗИ.

Дальнейшие выкладки будут производиться дискретно. Это сделано потому, что на практике непрерывный ряд значений получить невозможно, удастся лишь к нему бесконечно приближаться, увеличивая число данных. Поэтому здесь произведен переход от интегралов к суммам.

Все рассуждения, приведенные ниже, не имеют в виду какую-либо конкретную техническую систему, а рассматривают некую гипотетическую форму информационного взаимодействия между объектами реальной корпоративной среды.

Анализ корпоративной среды проводится дедуктивным методом. Рассматривается динамика распределения ресурсов на атаку и защиту, а также взаимодействие распределенных ресурсов на атакующие действия и СЗИ с другими корпоративными объектами.

Первые графики отображают динамику распределения ресурсов на атаку и защиту в рамках одного объекта среды (рис. 3). Далее – трехмерная графическая взаимосвязь математического ожидания времени преодоления системы защиты, связанная с ресурсами атакующего и защищаемого объекта, при изменении производительности атаки (рис. 4). Затем – вероятностные графики зависимости необходимых ресурсов атаки от преодоления фиксированного класса защиты. И в заключение представлена динамика состояния поля угроз для корпоративной среды и защищенности этой среды от числа n объектов, их ресурсов и энтропии корпоративной среды.

Рассмотрим программу и выдаваемые ею графики.

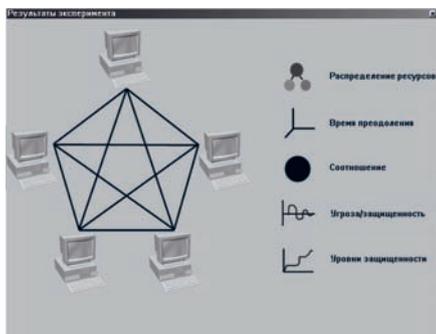


Рис. 2. Окно программы

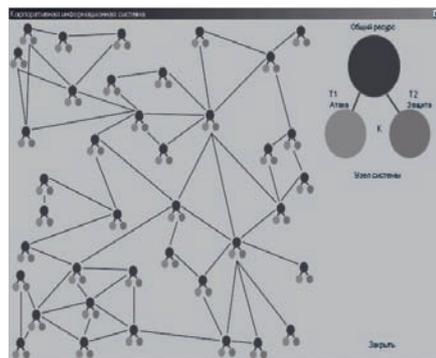


Рис. 3. Корпоративная информационная система

Из окна программы производится навигация по всем остальным ее частям. На схеме (рис. 2) схематично показано, как разделяются ресурсы в нашей системе. Разумеется, мы имеем в виду не все ресурсы каждого элемента системы вообще, а только небольшую их часть, использующуюся в целях атаки и защиты конкретного узла системы или всей системы в целом. Причем этот ресурс не делится ровно пополам, как может показаться из схемы. В зависимости от потребностей системы (рис. 3) и поставленных перед ней задач увеличивается то одна, то другая составляющая.

Напомним, что рассматриваемый нами ресурс системы не является полным. Если бы это имело место, то такая система не давала бы какой-либо полезной работы. Хотя полезной работой может являться и атака чужой системы. Но система не может только защищать, она должна предоставлять и определенные услуги используемым ее объектам. Здесь речь идет не только лишь компьютерных системах, а обо всех системах, требующих защиты и производящих нападение.

Понятно: чем больше система тратит ресурсов на свою защиту, тем больше требуется времени на преодоление системы защиты, что и отражено на графике.

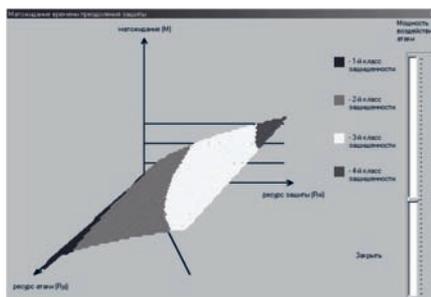


Рис. 4. Математическое ожидание времени преодоления защиты

Также есть возможность при помощи бегунка (рис. 4) изменять уровень атаки, т.е., изменяя этот уровень, мы влияем на время преодоления. В максимально представленном в нашей модели случае график имеет вид идеальной поверхности. Если на таком графике попробовать представить реальные данные, то будут определенные отклонения от приведенной поверхности вниз и вверх в виде некоторых «горбов» на данной поверхности, но общий характер сохранится.

Видно, как изменилось соотношение областей классов защищенности. График стал более пологим, и его максимум, как и положено, отмечается при максимуме ресурсов защиты и минимуме ресурсов атаки. Еще раз напомним, что мы рассматриваем именно средний случай. В реальной жизни существует возможность, хоть и небольшая, преодоления очень высокозащищенной системы при помощи небольшого количества ресурсов за небольшой промежуток времени.

В окне на рис. 5 представлена гистограмма, показывающая процентное отношение ресурсов, идущих на защиту, и ресурсов, идущих на атаку, а также график, отражающий те же параметры системы.

При помощи бегунка можно изменять общий объем ресурса сис-

темы. Ниже представлены графики при очень больших ресурсах системы (рис. 6) и при низких ресурсах (рис. 7). Имеется в виду суммарный ресурс. Для того чтобы можно было увидеть изменения на графике, мы изменили процентное соотношение ресурсов 50:50.

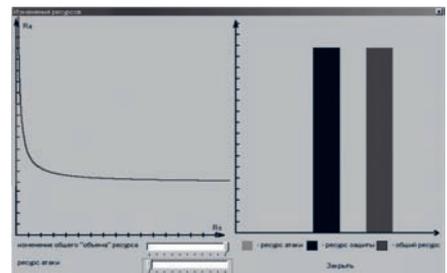


Рис. 5. Изменение ресурсов

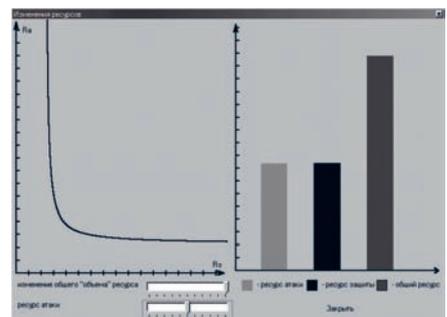


Рис. 6. Большие ресурсы системы

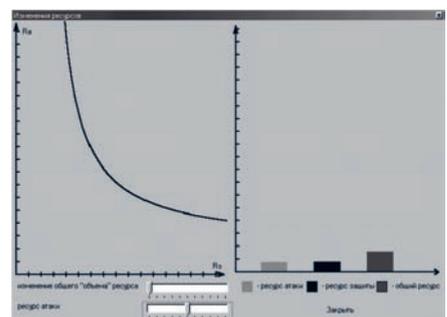


Рис. 7. Малые ресурсы системы

Как видно из графиков, при небольших ресурсах системы изгиб более резок, так как объем распределяемых ресурсов невелик, а любая система защиты или атаки поглощает эти ресурсы дискретно, и их можно использовать либо на защиту либо на атаку (рис. 8).

На данном рисунке объем ресурса больше, и поэтому он более плавно распределяется между атакой и защитой системы. Почему так изменяется график при изменении соотношения, понятно после небольшого анализа. Увеличение ресурса защиты возможно за счет ресурсов, идущих на атаку, что и показывает график при средних значениях ресурса (рис. 9):

На графике, приведенном на рис. 10, в отличие от предыдущего, на котором

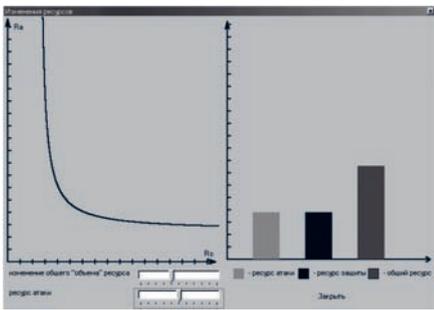


Рис. 8. Совмещенные ресурсы системы

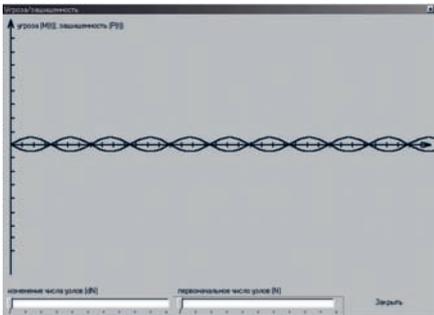


Рис. 9. Средние ресурсы системы

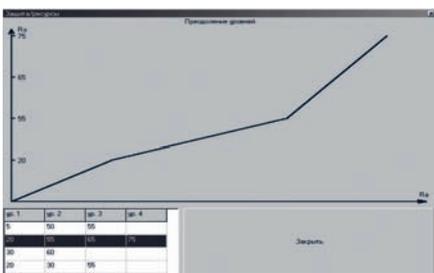


Рис. 10. Ресурс одной системы

представлено соотношение ресурсов двух систем – атакующей и атакуемой, показан ресурс одной системы, разделяемый между атакой и нападением.

Теперь рассмотрим изменение опасности во времени.

Под опасностью, угрозой можно понимать отношение общего числа результативных атак к общему числу атак, т.е. $(M = \frac{\sum A_R}{\sum A})$ в зависимости от изменения количества субъектов системы. Разумеется, этот процесс рассматривается во времени.

При помощи одного бегунка в программе можно изменять количество субъектов системы, а при помощи другого задать постоянный их прирост.

Колебания показателя опасности системы будут происходить около некоторого постоянного значения. Разумеется, они нерегулярны, так как они связаны с непостоянными факторами, определяющими количество атак на систему. Для упрощения был взят идеальный случай, когда воздействия на систему изменяются регулярно, и наращивание ресурсов системы идет равномерно. Надо заметить, что в ночное время каналы более свободны, и администраторы не слишком бдительны, поэтому в это время происходит больше атак.

Если в системе изменять количество объектов, то амплитуда колебаний станет больше, поскольку в системе увеличивается количество атакуемых ресурсов, а при увеличении звеньев системы она становится более уязвимой. Аналогичная картина, если в системе отмечается определенный прирост ресурсов.

Здесь не приведен график, характеризующий постепенное уменьшение ресурсов системы. Он будет иметь вид, обратный графику на рис. 10.

Рассмотрим теперь шестое окно программы. В нем приведены опытные графики, основанные на результатах атак защищенных систем, т.е. зависимости преодоления определенного уровня защиты системы от количества ресурсов, направленных на атаку объекта. На первом из них (рис. 11) в защищаемой системе преодолевается четыре уровня защиты, а на втором (рис. 12) – три. Количество преодолеваемых уровней зависит как от «мощности» системы защиты, так и от объема ресурсов, занятых в атаке.

Количество графиков в этом окне можно менять при помощи внешнего файла настройки программы, в котором и приводятся значения объема ресурса атаки, необходимого на преодоление того или иного уровня защиты системы.

Соотношение между ресурсом атаки и ресурсом защиты определяется формулой

$$R_A = \frac{k_n}{R_{z_3} - \mu_3} + \mu_A,$$

где μ_3 – минимальный уровень ресурса защиты субъекта; μ_3 – минимальный уровень ресурса атаки субъекта;

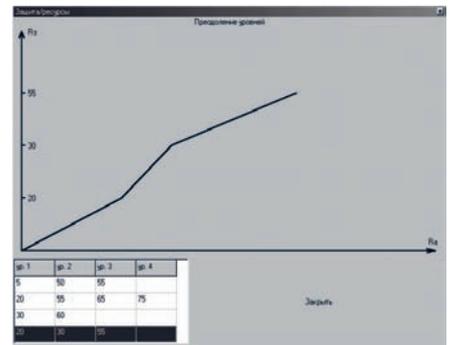


Рис. 11. Преодоление четырех уровней системы

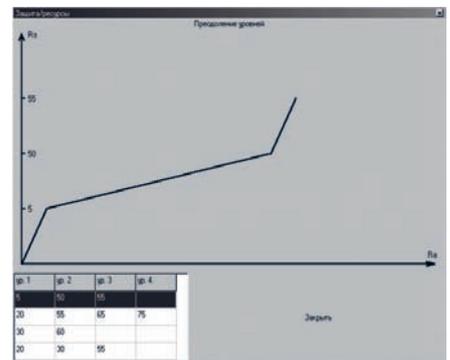


Рис. 12. Преодоление трех уровней системы

$k_n = (R_A - M_A)(R_3 - M_3)$ – коэффициент избыточности ресурса субъекта; R_A – соотношение между ресурсом атаки и ресурсом защиты.

Если привести эту формулу в более общем виде, то получим следующее:

$$R_{zI} = C_I \Phi(R_{AJI}).$$

Опытным путем было установлено значение коэффициента C_I (коэффициента класса защищенности J -го элемента системы), для различных классов: IV – 0,8; III – 0,67; II – 0,55; I – 0,2, т.е. соотношение ресурсов, идущих на защиту, и ресурсов, используемых на атаку, для системы с классом защищенности III будет иметь вид:

$$R_{A_3} = 0.67 * R_{z_3}.$$

На основании исследования можно сделать выводы:

- чем больше система тратит ресурсов на свою защиту, тем больше время преодоления системы защиты;
- количество преодолеваемых уровней зависит как от «мощности» системы защиты, так и от объема ресурсов, занятых в атаке. ■

Одиннадцатый морской министр (управляющий Морским министерством), генерал-адъютант адмирал, член Государственного Совета Иван Алексеевич Шестаков родился 13 (1) апреля 1820 г. в селе Сырохоренском уезда Смоленской губернии (ныне – Сырохоренский район Смоленской области). Происходил из небогатого, но старинного дворянского рода. Отец его, капитан-лейтенант Алексей Антонович Тяжелоранский в 1813 г. под Данцигом, оставив морскую службу, поселился в своем родном имении в Сырохоренье, где и прожил до самой смерти. До десятилетнего возраста И.А.Шестаков воспитывался под наблюдением отца.

24 (12) марта 1829 г. он написал императору Николаю I прошение: «*Ныне мне от роду девять лет, обучен в Законе Божьем пространно математике каллиграфии каллиграфии, географии философии ценно изучил все, в историческом отношении практиковал до 16-го столетия; и русскую краткую же до 19-го столетия, в российском языке грамматику каллиграфию разговорную и несколько копеек в доверие в службу Вашею Императорскою Величества ввиду даеще неопределенно желаю иметь вступить в Морской Кадетский корпус кадетом, по чемусь поданной прошению, к сему прошению, дабы Высочайше Вашею Императорскою Величеством указом повелевалось мое прошение принять, и меня именовать в Морской Кадетский корпус определенно».*

Поступив в 1830 г. в 10-летнем возрасте в Морской кадетский корпус, он вскоре обратил на себя внимание учебного начальника своим блестящими способностями, так и серьезными познаниями в некоторых предметах, особенно в языках, так что тогдашний директор корпуса, знавший вице-адмирала Ивана Федоровича Крузенштернера, сообщил ему хорошие перспективы.

Произведенный в 1832 г. в гардемарина (в 12 лет) И.Шестаков, два года спустя, блестяще выдержав офицерский экзамен (на мичманское звание), но, так как ему было всего 14 лет и 9 месяцев, он был оставлен еще на год в корпусе и назначен фельдфебелем гардемариновской роты. В это время своими работами он обратил на себя внимание тогдашнего начальника Главного морского штаба адмирала князя А.С.Меньшикова, который стал часто приглашать его к себе и позволил пользоваться своей библиотекой. Первые практические плавания молодой гардемарин Шестаков осуществил во время летней практики на корпусных

ОДИННАДЦАТЫЙ МОРСКОЙ МИНИСТР ИМПЕРАТОРСКОГО ФЛОТА РОССИИ АДМИРАЛ И.А. ШЕСТАКОВ

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



фрегатах в 1833 и 1834 гг. по Финскому заливу и в 1835 г. на 110-пушечном относительно новом линейном корабле «Св. Георгий Победоносец» (спущен на воду 27 (15) октября 1829 г.).

Прошел год, но И.Шестаков не только не был произведен в офицеры, но и был от этого произведен в вожжа лейтенанта, еще дальше, чем в 1834 г. Главной причиной этого были постоянные столкновения, происходившие у него с воспитателями, приведшие, наконец, к нежеланию

благоволения адмирала А.С.Меньшикова, к увольнению в 1836 г. И.Шестакова из корпуса. Тогда его отец обратился к своему другу, командующему Черноморским флотом вице-адмиралу М.П.Лазареву, который согласился принять пылкого юношу на флот юнкером. В том же году 5 ноября (24 октября) И.Шестаков был произведен в гардемарины (вторично). В эскадре контр-адмирала С.А.Эсмонта принял участие в занятии мыса Константина на восточных берегах Черного моря, за что был 19 (7) июня 1837 г. награжден знаком отличия Военного ордена Св. великомученика Победоносца.

4 января 1838 (23-го декабря 1837) г. Иван Алексеевич был произведен в мичманы (заметим, что ему было 17 лет; первый раз в 1834 г. он блестяще выдержал экзамен на мичманское звание, но тогда ему не было еще 15 лет) с назначением в 30-й флотский экипаж.

Возвратившись из службы и отличившись храбростью, оказавшись при высадке 22 (10) июля 1838 г. десантного отряда на восточный берег Черного моря у р. Шапсух, плававшая на корвете «Ифигения» под командованием капитана 2 ранга П.М. Юхари (впоследствии адмирал), Иван Алексеевич был награжден орденом Св. Анны 4-й степени и с надписью «За храбрость».



Десант отряда в долине Субаши. С картины И.Н. Айвазовского

В том же году с 14 (2) октября по 4 декабря (22 ноября) на бригае «Фемистокл» под командой лейтенанта А.Д.Варницкого находился в плавании по Черному морю как в составе практической эскадры, так и самостоятельно, с 22 (10) мая по 10 сентября (29 августа) 1841 г. уже в должности старшего офицера брига был в практической командовании по Черному морю.

23 (11) апреля 1843 г. по экзамену Иван Алексеевич был произведен в лейтенанты, а в награду за усердную и бескорыстную службу 25 (13) сентября 1845 г. пожалован в орден Св. Анны 3-й степени.

23 (11) декабря 1845 г. Иван Шестаков назначен командиром строящегося 12-пушечного галера «Скорый» с переводом в 33-й флотский экипаж. Под непосредственным руководством М.Лазарева и И.Шестакова 10 ноября (29 октября) 1846 г. отправился на нем в плавание между Николаевым Севастополем до портов для сбора замечаний касающихся состояния Черного моря. Затем с той же целью был командирован в устье р. Буг, в Днепровский лиман, на фарватер между Очаковом и Одессой и к берегам Анатолии и Кавказа. Произведенные И.Шестаковым гидрографические работы дали ему богатый материал для будущей работы «Юция Черного моря» (надо отметить, что вместе с И.А.Шестаковым гидрографические работы в Черном море в 1847–1850 гг. проводил Г.И. Бутаков, впоследствии вице-адмирал, командующий флотом «Посейдон»).

5 мая (23 апреля) 1850 г. И.Шестаков был произведен в капитан-лейтенанты, а 10 октября (28 сентября) того же года командирован в Англию для наблюдения за строящейся там паровой шхуной «Аргонавт». Пока достраивалась шхуна, он занимался в Сочи некоей «Юция Черного моря», за которую был награжден 19 (7) июля 1851 г. бриллиантовым перстнем.

3 января 1852 г. (28 декабря 1851 г.) привел шхуну «Аргонавт» из Лондона в Николаев, после чего был назначен 26 (14) ноября 1851 г. командиром 18-пушечного галера «Персей». 4 февраля (23 января) 1851 г. за отличное выполнение возложенных на него задач в Англии Иван Алексеевич был удостоен монаршей грамоты.

14 (2) мая 1852 г. И.Шестаков вторично был командирован в Англию с поручением экипажа галера Черного моря два винтовых корвета на наблюдение за их постройкой. Прежде чем эти корветы («Витязь» и «Воин») были окончены постройкой, началась Крымская (Восточная) война 1853–1856 гг. Ивану Алексеевичу пришлось оставить Англию, а корветы еще на стапе лях были перекуплены лондонским Адмиралтейством и

по их окончании под именем «Козак» и «Таргар» участвовали в военных действиях против русских во время осады Севастополя. По возвращении в Россию И.Шестаков 15 (3) февраля 1854 г. был назначен членом Пароходного комитета, а 23 (11) апреля в награду за отличную усердную службу ему было пожаловано орденом Св. Анны 2-й степени. С 15 (3) августа 1854 г. по 2 июня (21 мая) 1855 г. И.Шестаков командовал бригами Санкт-Петербург и согласно приказанию генерал-адмирала Константина Николаевича занимался проектами ваварианской и наблюдая за постройкой эксперементальной винтовой лодки, а затем еще 19 других лодок.

18 (6) декабря 1854 г. за отличие по службе Иван Алексеевич был произведен в капитан-лейтенанты, за ревностную службу 1 июня (20 мая) 1855 г. ему было пожаловано в орден Св. Владимира 1-й степени, а на другой день назначили адъютантом к его императорскому высочайшему величеству в штаб генерал-адмирала Константина Николаевича. С 21 (9) июня 16 (4) августа 1855 г. на пароходофрегате «Рюрик» на Малом Кронштадтском рейде под командой капитан-лейтенанта в вахтенный бригада выполнял функции адъютанта при нем. С 2 июня (21 мая) 1856 г. по 3 сентября (22 августа) на яхте «Дружба» был начальником штаба у контр-адмирала Е.А. Беренсона, начальником винтового корвета.

7 сентября (26 августа) 1856 г. за отличие по службе И.А. Шестаков был произведен в капитаны 1 ранга. В том же году награжден орденом Святого Владимира в память о Крымской войне и в сентябре был командирован в Северо-Американские Соединенные Штаты для наблюдения за постройкой фрегата «Генерал-адмирал». По возвращении 8 (6) июля 1859 г. на фрегате из Америки И.Шестаков был назначен командиром того же 70-пушечного фрегата с отчислением в отставку с переводом в 24-й флотский экипаж. В том же году за постройку фрегата «Генерал-адмирал» Ивану Алексеевичу было пожаловано в орден Св. Владимира 1-й степени. В это же время он назначен в флигель-адъютантом к его императорскому величеству с оставлением командиром фрегата «Генерал-адмирал».

С 16 (4) июля по 4 октября (22 сентября) 1859 г., командиром фрегата «Генерал-адмирал» И.Шестаков находился в заграничном плавании до берегов Англии и обратно.

20 (8) сентября 1859 г. Ивану Алексеевичу назначили членом Ученого и Корабельного и технического комитета с оставлением в должности командиром фрегата в звании флигель-адъютанта.

3 (1) июля 1860 г., командуя фрегатом «Генерал-адмирал», И.Шестаков вышел из гавани Большой Кронштадтский рейд и 26 (14) июля отправился в плавание по Средиземному морю. По высочайшему повелению Морским министром 25 (13) августа 1860 г. Ивана Алексеевича назначили командиром дующим эскадрой Средиземного моря. В эскадре было четыре фрегата: «Генерал-Адмирал», «Громобой», «Олег» и «Илья Муромец», и она крейсировала по берегам Сирии с целью охраны от набегов турок. В данной должности состоял два года по 13 (1) октября 1862 г.

5 мая (23 апреля) 1861 г. за отличие по службе Иван Алексеевич произведен в контр-адмиралы (он находился в Средиземном море) с назначением в свиту его величества 7 (5) ноября 1862 г. ему всеми должностными лицами в орден Св. Станислава 1-й степени с мечом.

1 декабря (19 ноября) 1862 г. И.Шестаков был вновь назначен членом Морского учебного Корабельного и технического комитета с оставлением в свите его императорского величества.

29 (17) апреля 1863 г. Иван Алексеевич становится в свиту его величества командиром Кронштадтского порта по морской части (Главным командиром был вице-адмирал Ф.М. Новосильский). В связи с польскими восстаниями ожидался разрыв отношений с Францией и Англией и появления эскадры этих держав вблизи Кронштадта велись интенсификационные работы по приведению крепостных боеприпасов в боеготовность.

На долю И.Шестакова в области морской защиты крепости выпало еще снаряжение вооружения крейсерской эскадры контр-адмирала С.С. Левовского. Степановичу было поручено секретное дело по корабельной эскадре восточных берегов Северной Америки целью полиции в стратегии с целью воздействия на враждебную России коалицию европейских держав (Англия, Австрия, Франция). Иван Алексеевич блестяще выполнял эту задачу, но в должности был всего около четырех месяцев 10 августа (29 июля) был отчислен от должности помощника Главного командира Кронштадтского порта. Причиной этому послужило происшествие, которое произошло в то время с тогдашним управляющим Морским министерством генерал-адъютантом вице-адмиралом Н.К. Краббе. Продолжая оставаться в свите его императорского величества членом Морского учебного и Корабельного и технического комитета в отставку в продолжении своей деятельности по возвращении из него 26 (11) апреля 1866 г. приказом по Морскому ведомству № 623 Иван Алексеевич был назначен Таган-

рогским градоначальником. 11 сентября (30 августа) 1867 г. ему пожалован орденом Св. Анны 1-й степени.

В Таганроге И. Шестаков прослужил всего около двух лет, но и за этот срок сумел много сделать для благоустройства города. Сойдясь в это время довольно близко с наказным атамом донской гоген-адьютаном А. Л. Потоповым, И. Шестаков назначен в последнем году Виленским, Ковенским, Гродненским и Минским генерал-губернатором, оставил Таганроги перебрался на службу в Вильно, а 30 марта 1868 г. приказом по Морскому ведомству № 736 был назначен Виленским губернатором.

Первое время И. Шестаков и А. Потопов были по-прежнему друзьями, но вскоре между ними стали возникать разногласия, и они стали враждебными. И. Шестаков придерживался своих слов: «Никогда, никому, ни в чем в жизни моей я не верил и никогда не имел повода в том раскаиваться».

8 ноября (27 октября) 1869 г. И. Шестаков был отчислен от должности губернатора Морского ведомства № 820 уволен от службы по домашним обстоятельствам в полном пенсии. Уволенный от должности губернатором и из свиты его величества И. Шестаков уехал за границу, где прожил несколько лет. Между тем вскоре выяснилось, что он не заслужил тяжелой лояльности, которую ему пришлось принести из-за столкновения с А. Потоповым. Поэт Морской службы И. Шестаков приехал в Петербург и объяснил, что по расстроенному состоянию души вынужден жить постоянно на юге Европы и поэтому может принять лишь такое место, где некому не нужно будет возвращаться в Россию. Ввиду этого было решено создать новую должность временного морского агента в южных государствах Европы (в Австрии и Италии), на которую в феврале 1873 г. приказом № 1004 по Морскому ведомству Иван Алексеевич снова был определен на службу с численностью флота и назначен временным агентом в эти государства.

В этой должности Иван Алексеевич весьма внимательно следил за развитием военно-морского дела в Западной Европе, сообщая самые подробные сведения обо всех усовершенствованиях в искусстве военного морского дела, что было тогда особенно важно, ввиду возрождения нашего флота и передела броненосцев и постройки кораблей.

25 (13) апреля 1875 г. ему был пожалован орденом Св. Владимира 2-й степени, а 13 (1) января 1879 г. – орденом Белого Орла.

В 1879 г. скончалась супруга Ивана Алексеевича Надежда Алексеевна, урожденная Михайловская, и ничто уже более не удерживало его за границей.

13 (1) января 1880 г. И. А. Шестаков был произведен в вице-адмиралы. Это в должностном отношении морского агента, в 1881 г. он возвратился в Петербург и 28 (16) ноября 1881 г. стал председателем Комитета по устройству Морского технического училища. В конце 1880 г. Государственный совет предложил тогдашнему морскому министру контр-адмиралу А. А. Пещурову представить морскую программу, основанную на определении наиболее необходимых, включая указы на наиболее необходимые типы судов и расходы, которыми Морское министерство могло располагать для выполнения программы. К разработке этой программы был привлечен И. А. Шестаков. Близкое знакомство состояло из неморского дела в Европе и Америки с ее новейшими техникой постройки кораблей новейших типов дали возможность Ивану Алексеевичу после упорного труда представить грандиозную программу преобразования нашего флота.

14 (2) марта 1881 г. на российский престол вступил император Александр III. Буквально с первых дней он начал заботиться о поднятии боеготовности нашего флота. Сознание о справедливости восторженных, что



Император Александр III

лучшее средство для сохранения империи есть готовность к войне, император Александр III посвятил много времени усовершенствованию флота. Прямым следствием этих забот явилось стремление к развитию и поддержке военно-морского дела в России. В 1882 г. был утвержден общий план передела нашего флота.

23 (11) января 1882 г. приказом по Морскому ведомству № 49 Иван Алексеевич был назначен управляющим Морским министерством, утвержден 1882 г., когда И. Шестаков уже морским министром, предположительно в течение двенадцати лет. В нем утверждалось, что России необходимо иметь в виду строящихся судов Балтийского моря – 16 броненосцев, 13 крейсеров, 100 миноносцев и 3 транспорта; для Черного моря – 8 броненосцев, 2 крейсера, 19 миноносцев для Тихоокеанской (Сибирской флотилии) – 8 канонерских судов, 6 миноносцев, 2 транспорта. (Забегая вперед, можно отметить, что в связи с усилением флота программа строительства флота программа на 1885 и 1890 гг., но так и не была до конца выполнена). Таким образом, было решено укрепить вооружение пассивной обороной нашего побережья, а иметь флот для активных действий на море. В числе победителей Христинички так мурешниосыграл, видя малую роль и довод, изложенный в отчете по Морскому ведомству за 1879–1883 гг., в котором ромнардус указал на боевые качества броненосца «Петр Великий» говорилось: «Но с грустным чувством должно сознаться, что «Петр Великий» есть наш единственный сильный корабль. Все прочие суда наши неспособны к борьбе с первоклассными броненосцами, которыми располагают другие морские державы, да и самое значение их, как передвижной силы, обороняющей наши берега, весьма сомнительно». Результатом так называемого увеличения не только состава Балтийского флота, но и ускоренного возрождения Черноморского флота.

24 (12) апреля 1882 г. за осмотренные государством 7 (5) апреля 1882 г. в залах Гатчинского дворца гидрографический картографический работы, исполненные в это время, остались доволен, Ивану Алексеевичу известили искренности признавать.

7 сентября (26 августа) 1882 г. Александр III во время своего пребывания 4–6 сентября (23–25 августа) 1882 г. на Транзундском рейде произвел смотр флоту, состоявшему из 47 вымпелов, в том числе фрегаты «Князь Пожарский» и «Адмирал Лазарев», корвет «Аскольд» и броненосец нукбатарю «Первенец», участвовавших в маневрах. Оставшись вполне удовлетворен боевыми качествами флота, в частности в цель артиллерийского отряда стрельбой минометов, а также разнообразными маневрами, чисто тоюи бодрим видом команды на упомянутых судах, государь еще раз объявил Ивану Алексеевичу свою признательность.

11 сентября (30 августа) 1882 г. И.Шестаков был назначен приказом по Морскому ведомству генерал-адъютантом его императорского величества с оставлением в исполняемой должности.

27 (15) мая 1883 г. И.Шестаков награжден орденом Александра Невского и медалью священной короны императорских величеств. В этот же день Ивану Алексеевичу пожалована денежная аренда из Государственного казначейства по 4000 руб. в год с 27 (15) мая 1883 г. в продолжение шести лет.

25 (13) июня этого же года он был награжден Гавайским орденом Калакауа 1-й степени, на принятие и ношение которого было получено высочайшее разрешение.

1 августа (20 июля) 1883 г. Черногорский князь награждает Ивана Алексеяевича орденом Даниила 1-й степени, на принятие и ношение которого тоже было получено разрешение 5 октября (23 сентября) 1883 г. И.Шестаков был награжден бельгийским орденом Леопольда Большого Креста.

14 (2) февраля 1884 г. по ходатайству Таганрогского городского общества в И.Шестакова присвоено и ливание почетного гражданина Таганрога.

В 1883–1885 гг. Александр III после смотров кораблей их маневров неоднократно выжал И.Шестакова в свою признательность.

1 июня (20 мая) 1885 г. после осмотра при открытии Санкт-Петербургского Морского канала всех судов флота, изготовленных специально для него, Ивану Алексеяевичу была изъявлена очередная монаршая признательность 20 (8) июля того же года ему был пожалован датский орден Данеброга 1-й степени. Через 10 дней, 30 (18) июля, Ивану Алексеяевичу был пожалован шведский орден Меча 1-й степени, а 6 октября (24 сентября) – турецкий орден Османье 1-й степени.

В рескрипте от 22 (10) мая 1886 г., данном в Николаеве в имя Управляющего Морским министерством генерал-адъютанта вице-адмирала И.А.Шестакова сказано: «Иван Алексеяевич! Признавая за благо назначить Вас в 1882 г. помощником великого князя генерал-адмирала Алексея Александровича, которому мною вверено главное управление флотом, я, постою явновластно за развитие твоего морского дела в империи, обладающей особенным вниманием к возрождению морских сил на Черном море. Ваши дарования, опытность и любовь к морской службе дали вам возможность точно исполнить мои предначертания. В быстрое время моего же не только что спущенного на воду корабля «Чесма» и «Екатерины» я усматриваю плоды вашей деятельности и в знак особой к вам признательности

Всеми лос ты вей пожалую вам алмазные знаки ордена Святого Великого князя Александра Невского».

11 октября (29 сентября) 1886 г. Ивану Алексеяевичу было пожаловано японский орден Восходящего солнца 1-й степени.

30 (18) декабря 1886 г. по ходатайству Владивостокской городской думы Ивану Алексеяевичу было присвоено звание почетного гражданина Владивостока.

17 (5) апреля 1887 г. И.Шестаков отправил съезд Санкт-Петербурга для осмотра портов и судов торгового Черноморья, откудова возвратился 5 (3) мая.

Великое дело восстановления Черноморского флота шло так быстро, что в 1888 г., при посещении Александром III Кавказа, на новороссийской бухте находилось два вновь построенных броненосца: броненосец и два парохода. Этот успех был дорог, на имя августейшего генерал-адмирала Александра Александровича написал: «В настоящее время пребывая в немалой мере убежден, что воля моя имеет там флот привождает сию исполненную работу в том, с какой вы восты успели хом. Я не могу без истинной радости смотреть на целую эскадру выходов, готовую стоять за права наши на Черном море. Труды по сооружению флота признаю ценными вместе со мною все, кому дорого гостить, значительной спокойствие Отечества». (Высочайший приказ № 233 от 27 (15) октября 1888 г.).

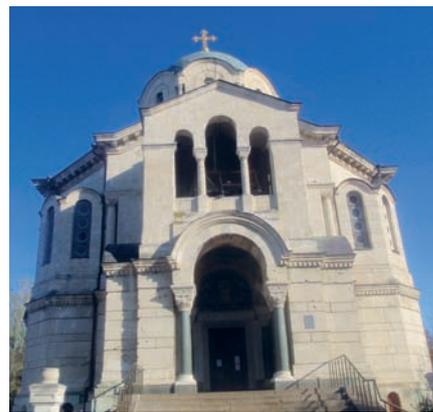
1 (13) января 1888 г. Иван Алексеяевич произведен в адмиралы с оставлением ему должного звания генерал-адъютанта.

И.А.Шестаков скончался в Севастополе 21 ноября 1888 г. Тело его погребено в храме Святого Владимира.

При И.А.Шестакове состоялось коренное изменение в управлении военно-морскими силами. Улучшение материальной обстановки флота началось при А.А.Пещурово при И.А.Шестакове флот стал быстро пополняться новыми кораблями броненосца миноносца ми. Черноморский же флот был практически создан заново. За время управления Морским ведомством адмиралом И.А.Шестаковым, было построено 114 кораблей: 17 броненосцев (из них 7 для Черного моря), 10 броненосных океанских крейсеров, 14 броненосных и неброненосных мореходных канонерских лодок, 8 минных крейсеров, 3 императорских яхты, 7 транспортных судов, 3 учебных судна, 3 ледокола и 49 миноносцев.

Для всего этого не разрабатывалась новая организация военно-морских учреждений при Морском ведомстве И.А.Шестакова была создана особая комиссия, в которую вошли

вице-адмирал П.А.Перелешин (председатель) и контр-адмиралы Л.П.Свешников, М.П.Шварц и М.И.Куманикаптан

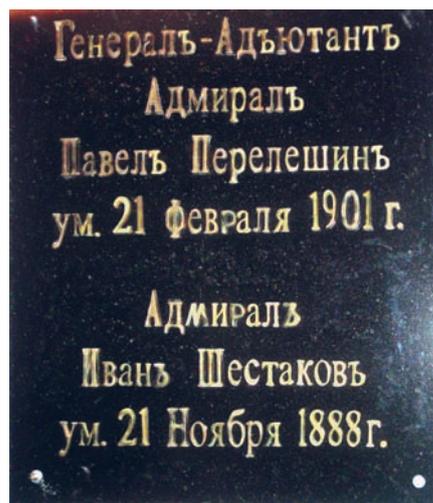


Владимирский собор в Севастополе

1 ранга П.П.Тыртов, флигель-адъютант Н.А.Невахович полковник П.А.Любимов, И.К.Клементьев и лейтенант А.Р.Родионов. Результаты деятельности этой комиссии привели к появлению ряда законодательных актов. Практически в течение нескольких лет производились работы по созданию морской штаб-офицерской школы



Нижний зал собора



Памятная доска И.А.Шестакову

рым нельзя было дать советскому флоту их служебное имущество. Низкая цена из-за недостатка штаб-офицеров

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА

мест (что происходит сейчас и в наших воюющих странах). Такие офицеры, естественно, не могли приносить службу существующим условиям, оставаясь в дел. Несоразмерность личного состава с корабельным была чрезвычайно большой. На действительную службу тогда числилось адмиралов более 100, капитанов ранга – 148. А всего флотских, артиллерийских и штурманских чинов числилось по списку 2335, тогда как по новому составу на флоте лично гососта требовалось иметь 20 вице-адмиралов, 35 контр-адмиралов, 86 капитанов ранга, 194 капитана 2 ранга и 839 обер-офицеров. Морскому ведомству раньше приходилось принимать меры для сокращения численности гососта в пути, резерв. Чтобы раз и навсегда положить конец такому ненормальному явлению, единственным средством было признание сокращения численности чинов (сегодня уже второй год нет набора в военные вузы), с установлением норм производства лишь на открытую часть экипажа вахтенных команд, и ограничение ежегодного прихода в морские училища юнкеров. Причем численность капитан-лейтенантов упразднена.

В основу переустройства личного состава легло «Положение о морском флоте». Так, например, для производ-

ства в следующий чин была определена необходимость проплавать: мичману 1,5 года, лейтенанту 4,5 года, а старшим чинам – прокомандовать кораблями 1 и 2 рангов. Положение о морском флоте было утверждено в 1885 г.

Был введен предельный возраст для каждого чина, по достижении которого лица стали увольняться от службы: для мичмана 10 лет пребывания в одном чине, для лейтенанта 47 лет от роду, для капитана 2 ранга – 51 год, для капитана 1 ранга – 55 лет, для контр-адмирала – 60 лет и для вице-адмирала – 65 лет. В 1887 г. положение о предельном возрасте распространено было и на медицинских чинов. В свое время это положение произвело на моряков громадное впечатление и послужило темой самих горячих толков и прений.

И.А.Шестаков был довольно известным писателем, автором целого ряда статей по разным вопросам военно-морского дела. Так, в «Морском сборнике» за 1850, 1854–1861, 1864 и 1871 гг. им были напечатаны следующие статьи: «Короткий галс в прошедшее», «Еще о тендерах, и управление ими», «Опыты, произведенные на английском корабле «Эриклик», «Обзор действий на море в течение настоящей войны», «Адмирал Нахимов», «Влади-

мир Алексеевич Корнилов», «Взгляд на некоторые вновь предложенные и предлагаемые приспособления», «О военных училищах в Соединенных Северо-Американских Штатах» и др. Некоторые из этих статей подписаны полным именем И.А.Шестакова, другие же – *Эксельсиор*. Кроме того, Иван Алексеевич составил «Лоцию Черного моря», перевел с английского большого сочинения Джемса: «История английского флота»; напечатал в «Русском Архиве» за 1873 г. свои воспоминания «Полвека обыкновенной жизни» и оставил огромный дневник, насчитывающий 8 томов, который завещал напечатать через 50 лет после своей смерти. (Его воспоминания «Полвека обыкновенной жизни» изданы издательством «Судостроение» в 2006 г.)

Также ему принадлежит несколько статей в «Кронштадтском вестнике», «Николаевском вестнике» и других повременных изданиях.

19 ноября 2010 г. в Доме ученых Российской академии наук прошли военно-исторические чтения, посвященные 190-летию со дня рождения адмирала И.А.Шестакова, организованные военно-исторической секцией Дома ученых. ■

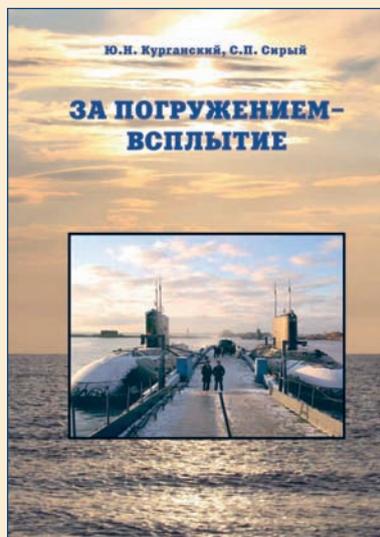
Курганский Ю.Н., Сирый С.П.
За погружением – всплытие. – СПб.: Мор Вест, 2010, 368 с.

ЗА ПОГРУЖЕНИЕМ – ВСПЛЫТИЕ

История создания подводных сил нашей страны ведется с их создания на Балтийском море. В январе 1901 г. по предложению главного инспектора кораблестроения России генерал-лейтенанта Е.Н. Кутейникова в Санкт-Петербурге началось проектирование боевых подводных лодок.

19 (11) марта 1906 г. по Морскому ведомству министром вице-адмирал А.А. Бирлев подп. сал. приказ № 52, в соответствии с которым был создан новый класс военных кораблей – подводные лодки. Этим было узаконено создание подводных сил нашей страны. А через три недели, 27 марта, в Либаве (Лиепая) был организован первый учебный отряд подводных лодок, целью которого была подготовка кадетов-подводников.

История Кронштадтского соединения подводных лодок, которое является правопреемником подводных сил Балтийского флота России, из которой началось формирование и было сформировано началось в 1918 г. Из двенадцати подводных лодок, совершивших переход



из Гельсингфорса в Кронштадт и семи подводных лодок, находящихся в ремонте и в достройке Петроградского (всего 19 ПЛ), было образовано 31 мая 1918 г. приказом № 327 первое соединение подводных лодок, состоявшее из двух дивизионов. За 92 года своего существования

соединение прошло славный боевой путь, став родоначальником подводного флота страны, кузницей кадров. Многие подводники стали впоследствии командирами подводных лодок, объединивших подводные силы на Северном, Тихоокеанском, Черноморском и Балтийском флотах.

Здесь зарождались героические традиции подводников, лучшие кадры для подводных лодок. На протяжении всей истории подводники Балтики, защищая интересы Родины, одержали немало побед в борьбе с ее врагами, с честью выполнив свой воинский долг.

Авторы только что вышедшей в свет монографии поставили перед собой цель показать характер людей, связавших свою жизнь с подводным флотом, прежде всего с Кронштадтским соединением подводных лодок.

В основу монографии положены архивные материалы и личные воспоминания подводников, служивших в разное время в этом соединении, что, несомненно, привлечет внимание читателей, интересующихся историей отечественного флота. ■

4 февраля 2011 г. в Екатерининском зале Государственного музея-заповедника «Царское Село» г. Пушкин прошла 35-я ассамблея Санкт-Петербургского Морского Собрания, посвященная 101-й годовщине СПб МС и 16-й годовщине его воссоздания.

Каждого из прибывающих на ассамблею на входе в Екатерининский зал дворца встречали председатель СПб МС Н. В. Орлов и директор ГМЗ «Царское Село» О. В. Таратынова.

Ассамблея началась концертом, в котором приняли участие солистка Академии молодежных оперных певцов Мариинского театра и театра «Музыкальной комедии» Карина Чепурнова, которой аккомпанировала пианистка Елена Буланова, блистательные петербургские теноры, солисты театра «Музыкальной комедии», лауреаты международных конкурсов Юрий Мартыанов, Леонид Репин и народный артист России Виктор Кривонос, заслуженная артистка России Марина Цхай.



Торжественная часть ассамблеи, которую открыл председатель СПб МС Н. В. Орлов, началась вносом юби-

35-Я АССАМБЛЕЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО МОРСКОГО СОБРАНИЯ

лейного знаменного флага СПб МС под звуки гимна МС. После этого Н. В. Орлов сделал краткий отчет о проделанной за год работе.

Затем слово взял почетный председатель СПб МС главноком ВМФ РФ адмирал В. С. Высоцкий, который, в частности, отметил: «...Мы с вами фактически вступаем во второе столетие деятельности МС, организации, получившей развитие в XIX в. и достигшей наибольшего расцвета в начале XX в. Вспоминая о том, что абсолютное большинство действительных членов этой организации были участниками двух самых трагичных событий прошлого столетия – Первой и Второй мировых войн, мы отдаем себе отчет в том, что нынешнее развитие ситуации предполагает движение совместно с нашим государством для достижения новых успехов благодаря труду лучших представителей России, в том числе и членов нашего Собрания... Здесь присутствуют многие руководители, или члены высших органов законодательной и исполнительной власти, в том числе и высшие офицеры России, например, командующий Западным военным округом А. В. Бахин. Мы благодарны им и председателю Морского Собрания, Николаю Владимировичу, за тот подвижнический труд, который позволил воссоздать все то, что было утрачено на протяжении последних 70 лет. Спасибо от всех моряков, которые здесь присутствуют, за результаты деятельности по воссозданию истории флота на благо нашей Родины! Спасибо!»

Вице-адмирал Ф. С. Смуглин, заместитель главкома ВМФ по воспитательной работе, зачитал приказ ГК ВМФ: «О награждении медалями «Адмирал Горшков» и Почетными грамотами за большой личный вклад в



Слева направо: первый заместитель председателя СПб МС адмирал В. П. Иванов, командующий Черноморским флотом вице-адмирал В. И. Королев, командующий Северным флотом адмирал Н. М. Максимов, председатель Комиссии по национальной морской политике Совета Федерации Федерального собрания РФ адмирал В. А. Попов, командующий Западным военным округом ВС РФ генерал-полковник А. В. Бахин, начальник ВУНЦ ВМФ «ВМА им. Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова» вице-адмирал А. А. Римашевский, командующий Балтийским флотом вице-адмирал В. В. Чирков

героико-Ватриотическое воспитание, пропаганду традиций военно-морского флота ряда членов Морского Собрания». Ценный подарок – книга «Адмирал Флота Советского Союза Сергей Георгиевич Горшков» – была вручена Н. В. Орлову и В. П. Иванову.

Затем Н. В. Орлов представил участникам ассамблеи нового командующего Западным военным округом генерал-полковника А. В. Бахина. После этого выступил духовник МС настоятель Николо-Богоявленского Морского собора протоиерей Богдан Сойко, благословивший работу ассамблеи. Участникам ассамблеи были представлены новые Почетные члены СПб МС: командующий Северным флотом адмирал Н. М. Максимов, Черноморским флотом – вице-адмирал В. И. Королев, Балтийским флотом – вице-адмирал В. В. Чирков (всем им были вручены дипломы Почетных членов СПб МС).



Старшина Морского Собрания, президент Международного и Российского НТО судостроителей им. акад. А. Н. Крылова В. Л. Александров (слева) и ректор СПбГМТУ К. П. Борисенко

Первым заместителем председателя СПб МС адмиралом В. П. Ивановым был зачитан приказ по СПб МС от 4 февраля 2011 г. «О награждении орденами и медалями СПб МС»:

орденом «За воинскую доблесть 1Вй степени» награжден ГК ВМФ РФ почетный председатель СПб МС адмирал В. С. Высоцкий;

золотым нагрудным знаком «10 лет безупречной службы» в СПб МС – адмирал В. А. Попов; председатель Комиссии по морской национальной политике Совета Федерации России;

орденом «За трудовую доблесть 1-й степени» – В. Е. Юхнин, генеральный конструктор «Северного ПКБ»;

орденом «За трудовую доблесть 1Вй степени» – Л. Ф. Горохов, заместитель начальника управления связи «ГазпромГрансгаз СПб»;

орденом «За заслуги» генерал-полковник А. В. Бахин, командующий Западным военным округом, вице-адмирал В. В. Чирков, командующий Балтийским флотом; А. Е. Бабушкин – директор Балтийского филиала ФГУ «Российский Морской Регистр судоходства»;

орденом «За воинскую доблесть 2-й степени» – вице-адмирал А. А. Римашевский, начальник ВУНЦ ВМФ «ВМА им. Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова»;

орденом «За заслуги в морской деятельности 2-й степени» – адмирал Н. М. Максимов, командующий Северным



Председатель Совета Межрегионального профсоюза негосударственных предприятий безопасности «Законность и правопорядок» Ю. Н. Курганский вручает ГК ВМФ РФ адмиралу В. С. Высоцкому книги «За погружением – всплытие» (авт. Ю. Н. Курганский, С. П. Сирый, издательство «Мор Вест», 2010 г.)

флотом; А. Б. Фомичев – генеральный директор судостроительного завода «Северная верфь»;

орденом «За трудовую доблесть 2Вй степени» – Л. Г. Грабовец, генеральный директор ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз»;

орденом «За заслуги в морской деятельности 3Вй степени» – контр-адмирал А. Н. Федотенков, заместитель командующего Западным военным округом РФ и другие.

Председатель МС Н. В. Орлов поздравил всех награжденных и пожелал им крепкого здоровья, счастья, благополучия, успешной работы и службы на благо Российского государства, а также зачитал приветственную телеграмму в адрес участников ассамблеи от Председателя Совета Федерации РФ С. М. Миронова.

После награждения все участники Ассамблеи были приглашены на праздничный ужин, окончившийся красочным фейерверком и гулянием в парке дворца. ■

С. П. Сирый, проф., капитан 1 ранга запаса, председатель военно-исторической секции Дома ученых Р АН, председатель секции истории Российского флота и историограф СПб МС, заслуженный работник высшей школы России



В МОРСКОМ СОБРАНИИ

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 (полутоновые), TIFF BITMAP (штриховые), EPS, JPEG, с разрешением 300 dpi для полутоновых, 600 dpi для штриховых и в размерах, желательных для размещения.

Статья должна содержать реферат объемом до 500 знаков, ключевые слова и библиографо-библиотечный индекс УДК. Автор указывает ученую степень, ученое звание, место работы, должность и контактный телефон, а также дает в письменной форме разрешение редакции журнала на размещение статьи в Интернете и Научной электронной библиотеке после публикации в журнале.

Статьи соискателей и аспирантов принимаются к публикации на бесплатной и безгонорарной основе. Рецензирование этих статей осуществляет редакционная коллегия с привлечением при необходимости профильных специалистов. В случае отказа в публикации автору высылается рецензия.

Содержание журнала ежеквартально представляется на рассмотрение редакционному совету. Решение о выпуске очередного номера оформляется протоколом.

РЕФЕРАТЫ

УДК 621.039 **Ключевые слова:** ракетный катер, артиллерийский корабль, постройка

Верность традициям – основа сегодняшнего успеха «Судоостроительной фирмы «Алмаз» // Морской вестник. 2011. №1. С. 7–8.

Описан вклад в строительство торпедных и ракетных катеров, первых в мире малых ракетных кораблей типа «Овод», кораблей на воздушной подушке, в том числе самого крупного в мире – «Зубра», пограничных кораблей, малого артиллерийского корабля «Астрахань» и других современных кораблей. Ил. 8.

УДК 629.12 **Ключевые слова:** надстройка, полимерные композиционные материалы, технология

В.А.Булкин, К.Г.Голубев, Н.Н.Федонюк. Опыт эксплуатации надстройки из полимерных композиционных материалов на корабле класса «корвет» // Морской вестник. 2011. №1. С. 11–14.

Знакомит с использованием полимерных композиционных материалов в конструкциях надстроек в практике мирового судостроения и с конструктивными особенностями надстройки из полимерных композиционных материалов на корабле класса «корвет».

Описан опыт эксплуатации надстройки головного корабля. Ил. 19.

УДК 629.5.52 **Ключевые слова:** многоцелевой сухогруз, экология, проект RSD17

Г.В.Егоров, В.И. Тонюк. Сухогрузные суда класса «азовский пятидесятичник» с повышенным экологическим стандартом безопасности // Морской вестник. 2011. №1. С. 19–23.

Обоснован новый проект RSD17 многоцелевого сухогрузного судна «Мирзага Халилов» дедевейтом около 6350 т, разработанный «Морским инженерным бюро». Судно оптимизировано для работы при осадках около 4,5 м в российских портах Азовского и Каспийского морей (по классификации, принятой в Бюро, это судно относится к так называемым «азовским пятидесятичникам») с возможностью передислокации по Волго-Донскому судоходному каналу. Удовлетворяет повышенным экологическим требованиям. Серия из пяти судов была построена на нижегородском заводе «Красное Сормово». Табл. 3. Ил. 10. Библиогр. 4.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** плавучий док, история постройки, эксплуатация

Плавучему доку «Кораблестроитель Дмитрий Афанасьев» – 35 лет» // Морской вестник. 2011. №1. С. 24–26.

Знакомит с историей проектирования, постройки и эксплуатации плавучих доков. В процессе реконструкции завода в конце 60-х гг. был сооружен плавучий док «Кораблестроитель Дмитрий Афанасьев». Это позволило перейти на новый уровень формирования корпусов судов и спуска судов экономичным и безопасным способом. Сейчас еще стоят новые задачи, в том числе строительство дока грузоподъемностью 16 тыс. т. Ил. 3.

УДК 621.314 **Ключевые слова:** судоремонт, дефектация, корпус, корабельное вооружение, метод нормативы

А.И. Свистунов, Г.В. Слугин. Анализ технического состояния корабельного состава

ВМФ и руководящих документов по судоремонту с целью выработки требований к методике оценки состояния корпусов надводных кораблей // Морской вестник. 2011. №1. С. 29–31.

Проанализировано состояние корабельного состава ВМФ. Показана необходимость проведения судоремонта для обеспечения безопасной эксплуатации кораблей. Особое внимание уделено разработке методик оценки их состояния. Табл. 4. Библиогр. 10.

УДК 681.322.002 **Ключевые слова:** антропоморфный прибор, проектирование

Г.А. Коржавин, К.В. Лапшин. Общая методология интеллектуального проектирования антропоморфных систем // Морской вестник. 2011. №1. С. 33–35.

Предложена методологическая концепция проектирования антропоморфных систем. Рассмотрены основные подходы к решению задачи интеллектуализации процесса проектирования, что особенно важно для ранних стадий проектирования, характеризующихся неопределенностью и нечеткостью информации (неполнота описаний, размытость значений параметров, неточность результатов измерений и т.д.). Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Библиогр. 3.

УДК 004 **Ключевые слова:** автоматизация, безопасность, нефтегазодобыча, чрезвычайная ситуация, база данных, угроза, авария, удаленная организация, интерфейс, информационный обмен, принятие решений, прогнозирование, моделирование, имитация

Л.М. Клячко, Д.О. Глазачев, А.В. Зеленецов, А.А. Мицюк, Ю.А. Козин, Б.И. Пустовит. Безопасность добычи углеводородов в российском секторе Арктики нуждается в автоматизации процессов управления // Морской вестник. 2011. №1. С. 37–42.

В статье поднимается актуальная проблема обеспечения безопасности добычи углеводородов на арктическом шельфе в контексте создания автоматизированных систем управления режимами безопасности добычных комплексов. Излагаются принципы построения, основные решаемые задачи и структура созданного ЦНИИ «Курс» в этих целях программно-технического комплекса (ПТК). Дается описание общей архитектуры его программного обеспечения, основных пользовательских интерфейсов, в том числе операторов удаленных организаций, чьи силы и средства привлекаются при возникновении нештатных ситуаций. Ил. 11. Библиогр. 6.

УДК 621.314 **Ключевые слова:** бортовые системы картографии, тренажеры, береговые системы управления движением судна

Новости компании «Транзас» // Морской вестник. 2011. №1. С. 43–46.

Знакомит с последними разработками компании «Транзас» и итогами ее работы в 2010 г. УДК 519.873+921.87 **Ключевые слова:** судовой кран, металлоконструкция, прочностной расчет, оптимизация.

А. А. Георгиев. Практические задачи оптимизационного проектирования судовых кранов // Морской вестник. 2011. №1. С. 47–51.

Рассмотрены вопросы практического применения процедур оптимизации проектных решений судовых кранов. Ил. 4. Библиогр. 3.

УДК 621.43 **Ключевые слова:** электро-монтажные работы, электро-щитовое оборудование

ОАО «Новая ЭРА»: новости компании // Морской вестник. 2011. №1. С. 55.

Знакомит с последними разработками компании высоковольтных электрораспределительных устройств для «Объединенной судостроительной корпорации» Министерства промышленности и торговли, а также иностранных заказчиков. Ил. 4.

УДК 621.43 **Ключевые слова:** судовая энергетическая установка, дерево событий, отказ, остаточный ресурс, безопасность, прогноз, оценка

В.В. Медведев, Д.С. Семиничев. Практика создания дерева событий для СЭУ современного судна при разработке и реализации ее формализованной модели безопасности // Морской вестник. 2011. №1. С. 56–58.

Приведены результаты исследования вариантов состава СЭУ, охватывающие более 99,5% от общего количества СЭУ самоходных судов. На основе анализа типовых конструктивных решений элементов СЭУ и построены типовые деревья событий для вариантов компоновки СЭУ и ее элементов. Разработаны математическая модель и программный комплекс, позволяющие оценить остаточный ресурс СЭУ и вероятность выхода из строя ее компонентов в течение исследуемого периода времени на основании результатов дефектоскопии с использованием имитационного моделирования и построенных деревьев событий. Ил. 5. Библиогр. 10.

УДК 659.012 **Ключевые слова:** техническая иллюстрация, подготовка, аннотация

Технические иллюстрации в XXI веке: руководство для современных профессионалов // Морской вестник. 2011. №1. С. 59–66.

Подробно рассмотрены возможности технических иллюстраций, их подготовка с использованием современных компьютерных средств, а также способы форматирования текста в иллюстрациях. Ил. 21.

УДК 629.5.021.28 **Ключевые слова:** экспериментальные исследования, канатные виброизоляторы, упругодемпфирующие свойства, математическая модель

М.А. Минасян, Ю.Н. Чиж. Исследование упругодемпфирующих свойств цилиндрических канатных виброизоляторов // Морской вестник. 2011. №1. С. 61–69.

Проведены экспериментальные исследования цилиндрических канатных виброизоляторов (ЦКВ) с различными геометрическими параметрами, обработаны полученные данные с построением нагрузочно-истерезисных характеристик и сделан расчет коэффициентов поглощения. Рассчитаны регрессионные модели в виде зависимости диаметра каната, количества полувитков от коэффициента поглощения, которые позволяют выявить закономер-

ность взаимосвязи геометрических параметров виброизолятора с его упругодемпфирующими свойствами. С помощью математических моделей можно определить расчетным путем упругодемпфирующие свойства ЦКВ в рассматриваемом диапазоне конструктивных и эксплуатационных параметров. Табл. 2. Ил. 3. Библиогр. 10. УДК 620.1

Ключевые слова: электродный водонагреватель, устройство

Е.М. Аин, А.Г. Горобец, В.В. Скляр. Обогрев корабельных помещений электродными водоподогревателями // Морской вестник. 2011. №1. С. 70.

Рассмотрено устройство электродного водонагревателя, используемого в судовых помещениях. Приведены результаты испытаний. Табл. 1. Ил. 3. Библиогр. 3.

УДК 620.179.12 **Ключевые слова:** механические испытания, технические условия, относительное удлинение, временное сопротивление, освидетельствование, качество, гидравлическое испытание.

Е.Н. Елисеева. Методы контроля качества котлов в судостроении (середина XIX – начало XX вв.) // Морской вестник. 2011. №1. С. 71–74.

Усовершенствование методов контроля качества паровых котлов вызывало интерес с самого начала возникновения парового судостроения. Этот вопрос часто освещался в технической литературе. В статье рассматриваются основные методы контроля качества паровых котлов в процессе их эксплуатации в период с середины XIX в. по начало XX в. Ил. 5. Библиогр. 10.

УДК 681.883.47 **Ключевые слова:** торпеда, подводная лодка, ВМС стран НАТО

А.А. Бараненко, И.Г. Корж. Противоторпедная самооборона подводных лодок иностранных государств // Морской вестник. 2011. №1. С. 75–78.

Рассмотрены средства противоторпедной защиты, их применение, типы вооружений, применяемых в ВМС стран НАТО. Табл. 1. Библиогр. 6.

УДК 368.2:629.5 **Ключевые слова:** безопасная эксплуатация, морские операции, платформа, углеводороды

Н.А. Вальдман, Д.М. Яковлев. Анализ современных проектных решений по обеспечению безопасной эксплуатации плавучей добывающей установки для хранения и отгрузки углеводородов (FPSO) // Морской вестник. 2011. №1. С. 80–85.

Выполнен анализ риска для персонала FPSO с использованием матрицы риска. Показана возможность реализации этого проекта для российских условий с применением уровня безопасности. Табл. 2. Ил. 4. Библиогр. 16.

УДК 614.843 **Ключевые слова:** система охранной пожарной сигнализации, разработка, основные концепции

А.В. Макшанов, В.А. Колесник, В.А. Солонько. Устойчивость статистических решений при обработке наблюдений в системах охранной пожарной сигнализации // Морской вестник. 2011. №1. С. 85–88.

Изложены подходы к формированию алгоритмов, прогнозирующих и устраняющих нестабильность в обработке измерительной информации, характеризующей состояние систем охранной пожарной сигнализации. Ил. 3. Библиогр. 19.

УДК 623.8/9 **Ключевые слова:** нелетальное оружие, антитеррор, средства нелетального воздействия

К.А. Смирнов, И.А. Моряков, С.Л. Ражев, А.О. Попко. Подводное нелетальное оружие. Перспективы использования в России. // Морской вестник. 2011. №1. С. 89–92.

Сделана попытка критического анализа имеющихся на российском рынке предложений нелетальных средств воздействия на нарушителя запретной зоны в подводной части охраняемых акваторий. Рассмотрена данная проблема как с точки зрения технической реализуемости, так и с точки зрения нормативно-правовой оценки. Материал статьи основан на результатах проведения проектно-исследовательских работ по оборудованию объектов повышенной опасности средствами антитеррористической защиты, в том числе внедрения подобного оборудования. Табл.1. Ил. 6.

УДК 629.4 **Ключевые слова:** грузовые операции, капитан, «человеческий фактор».

Д. Толстых. Морская индустрия грузоперевозок и «человеческий фактор» // Морской вестник. 2011. №1. С. 93.

Обозначены проблемы грузоперевозок и обеспечения безопасности плавания судов, стоящие на практике перед капитанами, и роль «человеческого фактора» в возникновении происшествий.

УДК 621.643 (211.1):656.6.08 **Ключевые слова:** морской объект, сырьевые ресурсы, ледовая технология

С.П. Алексеев, С.Б. Курсин. Ледовые технологии как фактор обеспечения устойчивости функционирования морских объектов в Арктике // Морской вестник. 2011. №1. С. 95–97.

Рассмотрены роль и место арктической зоны РФ в обеспечении потребностей страны в углеводородных, водных биологических ресурсах и других видах стратегического сырья. Приведены результаты гидрографических, геологогеофизических, картографических и других работ в ледовых условиях, необходимых для обоснования внешней границы РФ в Северном Ледовитом океане.

Показано, что успешное решение задач в области освоения арктического шельфа, обеспечения устойчивости функционирования морских объектов в Арктике во многом зависит от реализации перспективных отечественных и зарубежных ледовых технологий. Ил. 5. Библиогр. 3.

УДК 629.12.01:629.5 **Ключевые слова:** судно на подводных крыльях, история развития

А.И. Маскалик. Мы были первыми. К 60-летию создания первого судна на подводных крыльях и 95-летию со дня рождения его главного конструктора // Морской вестник. 2011. №1. С. 98–102.

Дан анализ развития такого направления судостроения, как постройка судов на подводных крыльях, показана роль главного конструктора Р.Е. Алексеева. Табл. 2. Ил. 7.

УДК 621.039 **Ключевые слова:** СВП, аэродинамика, математическое моделирование

П.С. Кальясов, А.В. Туманин, А.К. Якимов, В.В. Шабаров. Математическое моделирование аэрогидродинамики несущего комплекса амфибийных судов на воздушной подушке (СВП) баллонетного типа // Морской вестник. 2011. №1. С. 104–107.

Рассмотрена методика математического моделирования для СВП, показано, что кормовая часть центрального баллонета оказывается в области положительных скосов воды и замывается. Накопленные результаты натурных испытаний позволяют сделать вывод об адекватности такого моделирования и возможности применения разработанного метода. Ил. 5. Библиогр. 6.

УДК 681.32 **Ключевые слова:** корпус, прогиб, устройство для измерения прогиба

С.О. Барышников, Т.О. Каркина, В.Б. Чистов. Определение остаточного общего прогиба (перегиба) корпуса судна // Морской вестник. 2011. №1. С. 109–111.

Предложен метод, позволяющий определять остаточный прогиб (перегиб) корпуса судна по результатам измерений его кривизны на отдельных участках. Для этого возможно использование простого устройства, состоящего из двух стоек, подвижной и неподвижной. Табл. 1. Ил. 2. Библиогр. 4.

УДК 669.715 **Ключевые слова:** технологии антикоррозионной защиты алюминиевых сплавов, конверсионный слой, хроматирование, замена шестивалентных хроматных растворов

М.В. Лушина, С.Г. Паршин. Инновационные технологии антикоррозионной защиты изделий из алюминиевых сплавов // Морской вестник. 2011. №1. С. 113–115.

Рассмотрены последние разработки в области технологии антикоррозионной защиты алюминиевых сплавов. Намечается переход на новые экологически безопасные технологии использования в растворах трехвалентного хрома. Табл. 2. Ил. 2. Библиогр. 18.

УДК 658:629.5 **Ключевые слова:** компенсированная регистровая тонна CGT, единица измерения объема производства, зависимость CGT от характеристик судов

Е.В. Бабчук. Использование компенсированного регистрового тоннажа (CGT), для оценки объема производства судостроительного предприятия // Морской вестник. 2011. №1. С. 116 – 117.

Рассмотрена возможность использования в качестве основной единицы измерения объема производства предприятия компенсированной регистровой тонны применительно к оценке размещения судостроительных заказов на мощностях отечественного судостроительного комплекса. Табл. 2. Ил. 6. Библиогр. 2.

УДК 330.322:331.108.4 **Ключевые слова:** экономика знаний, человеческий капитал, инвестиции, потенциал, ресурсы предприятия.

Ю.С. Беляев. Инвестиции в человеческий капитал как основа развития организации // Морской вестник. 2011. №1. С. 117–118.

Социально-экономическое развитие начала XXI века отмечено возрастающей ролью человеческого фактора. В статье рассматриваются возможности качественной и количественной оценки человеческого потенциала организации. Библиогр. 6.

УДК 511,658.12.681.328 **Ключевые слова:** информация, атака, защита

Г.П. Жигулин. Мониторинг ресурсов и прогнозирование поля угроз системы защиты информации // Морской вестник. 2011. №1. С. 119–121.

Рассмотрены вопросы мониторинга ресурсов и прогнозирования поля угроз системам защиты информации в судостроении, авиастроении, ракетостроении и других отраслях. Ил. 12.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** морской министр И.А.Шестаков.

С.П. Сырый. Одиннадцатый морской министр императорского флота России адмирал И.А.Шестаков // Морской вестник. 2011. №1. С. 122 – 126.

Знакомит с биографией одиннадцатого морского министра императорского флота России адмирала И.А.Шестакова. Ил. 6.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** Морское Собрание, 35-я ассамблея

35-я ассамблея Санкт-Петербургского Морского Собрания // Морской вестник. 2011. №1. С. 128 – 129.

Информирует о проведении 35-й ассамблеи Санкт-Петербургского Морского Собрания. Представлены награжденные орденами и медалями СПб МС. Ил. 5.

SUMMARIES

Loyalty to traditions is the basis of today's success of the «Shipbuilding Company Almaz»

Article describes the contribution to the construction of torpedo and missile boats, the first in the world small missile ships of «Gadfly» type, hovercrafts including the largest in the world «Bison», guard-ships, small artillery ship «Astrakhan» and other modern ships.

V.A. Bulkin, K.G. Golubev, N.N. Fedonyuk. Experience in operating the superstructure made of polymer composite materials in «corvette» class ships
The topic discusses the use of polymer composite materials in construction of superstructures in world shipbuilding practice and design features of the superstructure made of polymer composite materials in «corvette» class ships.

Article describes the experience in operating superstructure of the lead ship.

G.V. Egorov, V.I. Tonyuk. Dry cargo ships of «Azov five thousand» Class with increased environmental safety standard

It is given a justification of a new project RSD17, multipurpose dry cargo vessel «Mirzaga Khalilov» having deadweight of about 6,350 tons, developed by the «Marine Engineering Bureau». The vessel is optimized for operation at about 4.5 m of draught in Russian ports of Azov and Caspian Seas (according to the classification adopted by the Bureau the ship belongs to the so-called «Azov five thousand» with the possibility of relocation on waters of Volga-Don Ship Canal. It meets high environmental standards. Series of five ships was built at Nizhny Novgorod yard «Red Sormovo».

Floating Dry-dock «Shipbuilder Dmitry Afanasiev» is – 35 years old

It covers the history of designing, construction and operation of floating dry-docks. During reconstruction of the plant in late 60's it was built a floating dry-dock «Shipbuilder Dmitry Afanasiev». This allowed for moving to a new level of engineering ship hulls and launching vessels by more economical and safe way. Now there are new challenges including construction of dry-dock with load capacity of 16 tons.

A.I. Svistunov, G.V. Slugin. Analysis of the technical state of the Navy fleet and regulatory documents for ships repair in order to develop requirements to the method of assessment of the state of naval surface ships hulls

The condition Navy fleet is reviewed. It is indicated the need in repair to ensure safe operation of ships. Particular attention is paid to the development of methodologies for assessment of condition thereof.

G.A. Korzhavin, K.V. Lapshin. The general methodology for intellectual design of anthropomorphic systems

It is proposed a methodological concept of designing anthropomorphic systems. Article discusses the basic approaches to solving the problem of intellectualization of design process which is especially important for the early stages of this process characterized by uncertainty and ambiguity of information (incomplete descriptions, blur parameters, inaccuracy of measurements, etc.). This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research.

L.M. Klyachko, D.O. Glazachev, A.V. Zelentsov, A.A. Mitsyuk, Y.A. Kozin and B.I. Pustovit. Safety of hydrocarbon production in the Russian Arctic requires automation of management processes

The article raises urgent problem of safety of hydrocarbon production at the Arctic shelf in the context of creating automated control systems for operation of mining complexes' safety modes. It sets forth principles of construction, main tasks to be fulfilled and the structure of program-technical complex (PTC) created by «Kurs» CNII for this purpose. It describes overall architecture of software, main user interfaces, including operators of remote entities to be contracted in emergency situations.

News of the company «Transas»

Article introduces latest developments of the Company «Transas» and results of its work in 2010.

A.A. Georgiev. Practical problems of ship cranes design optimization

Article discusses issues of practical application of optimization procedures of ship crane design solutions.

OJSC «New ERA»: Company news

Article introduces latest company developments of high-voltage power distribution equipment for the «United Shipbuilding Corporation» of the Ministry of Industry and Commerce as well as foreign customers.

V.V. Medvedev, D.S. Semionichev. The practice of creating an event tree for SPP of modern vessel when designing and implementing its formalized security model

Article provides results of the study on options of SPP covering more than 99/5% of total number of self-propelled vessels' SPP. Reviewed are typical structural elements solutions for SPP and event trees are built for the layout options of SPP and its elements. Developed is mathematical model and software system to assess the residual life of SPP and the probability of failure of its components during the studied period on the basis of inspection using simulation modeling and constructed event trees.

Technical illustrations in the XXI century: a guide for today's professionals

Article discusses in detail capabilities of technical illustrations, preparation thereof using modern computer tools as well as ways to format text in graphics.

M.A. Minasyan, Y.N. Chizh. Study of elastic damping properties of cylindrical rope vibration isolators

It were performed experimental studies of cylindrical rope vibration isolators (CRVI) with various geometrical parameters, obtained data were processed with making load-hysteresis characteristics, absorption coefficients were calculated. Regression models were calculated as the dependence of diameter of the rope, the number of half-coils of absorption coefficient allowing for detection of the regularity of geometrical parameters of vibration isolators relation to its elastic damping properties. By using mathematical models it can be calculated the elastic damping CRVI properties in discussed range of design and operational parameters.

E.M. Ain, A.G. Gorobets, V.V. Sklyarov. Heating ship facilities with electrode water heaters

Article discusses the construction of electrode heater used in the ship facilities. Test results are provided.

E.N. Eliseeva. Methods for quality control of boilers in shipbuilding industry (mid XIX - early XX centuries)

Improved methods of quality control of steam boilers raised an interest since the beginning of the steam ship building. This question was often reported in technical literature. The article covers basic methods of quality control of steam boilers during operation thereof from mid-XIX century till the beginning of XX century.

A.A. Baranenko, I.G. Korzh. Anti-torpedo self-defense of foreign submarines

Article discusses means of anti-torpedo protection, application thereof, types of weapon used in the NATO Navies.

N. A. Waldman, D. M. Yakovlev. Analysis of modern design solutions ensuring safe operation of Floating Production, Storage and Offloading System (FPSO)

Article reviews FPSO personnel risks using the risk matrix. It is shown a possibility for realization of this project for Russian conditions using the safety level.

A.V. Makshanov, V.A. Kolesnik, V.A. Solonko. Stability of statistical solutions in processing observations in fire alarm systems

Article covers approaches to the formation of algorithms that predict and eliminate the instability in processing of measurement information characterizing the state of fire alarm systems.

K.A. Smirnov, I.A. Moryakov, S.L. Razhev, A.O. Popko. Submarine non-lethal weapons. Prospects for use in Russia

It was made an attempt of critical analysis of available in the Russian market offers of non-lethal means of influencing the offenders of prohibited zones in the underwater part of the protected waters. This problem is discussed in terms of both technical feasibility and in terms of legal assessment. The material is based on results of the research and development work on furnishing highly dangerous objects with means of anti-ter-

rorism protection including the implementation of similar equipment.

D. Tolstikh. Maritime industry of cargo carriage and «human factor»

Article identifies practical problems of ship masters related to cargo carriage and ensuring safe navigation, and the role of «human factor» in accidents occurrence.

S.P. Alekseev, S.B. Kursin. Ice technologies as a factor in ensuring the sustainability of the marine facilities in the Arctic

Article discusses the role and place of the Russian Arctic zone in ensuring the country's needs for hydrocarbons, water, biological resources and other strategic raw materials. Provided are results of hydrographic, geological and geophysical, mapping and other operations in ice conditions necessary to substantiate the external border of the Russian Federation in the Arctic Ocean.

It is shown that the successful solution of problems in the development of the Arctic shelf, ensuring sustainability of the marine facilities in the Arctic is largely dependent on the implementation of prospective domestic and foreign ice technology.

A.I. Maskalik. We were the first. To the 60th anniversary of the first hydrofoil ship and 95th anniversary of its chief designer

Article reviews the development of such areas of shipbuilding as the construction of hydrofoils, and shows the role of Chief Designer, R.E. Alekseev.

P.S. Kalyasov, A.V. Tumanin, A.K. Yakimov, V.V. Shabarov. Mathematical modeling of the aero-hydrodynamics of the bearing complex of amphibious air-cushion vessels (ACV) of air-bag type

Article discusses methods of mathematical modeling for the ACV, it is shown that the aft part of the central air-bag is in the area of positive slants of water and is washed out. The accumulated results of field tests suggest the adequacy of such modeling and the possibility of applying the developed method.

S.O. Baryshnikov, T.S. Karklin, V.B. Chistov. Determining residual total deflection (bend) of ship's hull

It is offered the method allowing for determination of the residual deflection (bend) of the ship's hull on results of measurements of its curvature at selected sites. To do this it is possible to use a simple device consisting of two racks, movable and immovable.

Lushin M.V., Parshin S.G. Innovative technologies of corrosion protection of products made of aluminum alloys

Article reviews latest developments in aluminum alloys anti-corrosion technology. An attempt was made to shed light on technological and environmental aspects of the transition to the new technology of passivation in trivalent chromium solutions.

E.V. Babchuk. Using compensated gross ton (CGT) for estimation of the volume of shipyard performance

Article covers the possibility of using compensated gross ton as the basic unit of measurement of company performance in relation to the assessment of placement of orders for shipbuilding at facilities of the domestic shipbuilding industry.

Y.S. Belyaev. Investment in human capital as a basis for entity development

Socio-economic development of the early XXI century was marked with the increasing role of human factors. The article deals with the possibility of qualitative and quantitative assessment of entity's human resources potential.

G.P. Zhigulin. Resource monitoring and prediction of the range of threats to information security systems

Article discusses problems of resource monitoring and prediction of the range of threats to information security systems in shipbuilding, aircraft building, missile building and other industries.

S.P. Siry. Eleventh Marine Minister of the Imperial Russian Navy Admiral Igor Shestakov

Article tells the biography of the eleventh Secretary of the Navy Imperial Russian Navy, Admiral Igor Shestakov.

The 35th Assembly of the Saint-Petersburg Maritime Board

It provides information on the 35th Assembly of the Saint-Petersburg Maritime Board. There are represented the ones awarded with orders and medals of Saint-Petersburg Maritime Board.