

Морской



Вестник

№ 1 (45)

м а р т

2 0 1 3

ISSN 1812-3694

Morskoy Vestnik

Новая ЭРА **20 лет**

**КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОЕКТЫ
В ОБЛАСТИ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИИ**



РАЗРАБОТКА И ПОСТАВКА

Главные и вторичные ЭРУ до 20 кВ
Центры управления электродвигателями
Пульты управления
Магнитные пускатели
Преобразовательные агрегаты



ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ

ШЕФ-МОНТАЖ И ПУСКОНАЛАДКА ОБОРУДОВАНИЯ



ОАО «Новая ЭРА»
195248, Санкт-Петербург,
ул. Партизанская, д.21
Тел. (812) 610-02-40
Тел. (812) 610-02-52
Факс (812) 303-89-77
sales@newelectro.ru
www.newelectro.ru



Морской Вестник



№1(45)
м а р т
2 0 1 3

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Редакционный совет

Председатель

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

Сопредседатели:

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

К.П. Борисенко, ректор СПбГМТУ

Члены совета:

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

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

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

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

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

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

В.Н. Илюхин, председатель НО «АРПСТТ»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Д.В. Суслов, директор ЗАО «ЦНИИ СМ»

И.С. Суховинский, директор ООО «ВИНЕТА»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

СУДОСТРОЕНИЕ И СУДОРЕМОНТ

- В.А. Булкин, Н.Н. Федонюк, А.В. Шляхтенко.** Применение перспективных композиционных материалов в надводном судостроении 7
- «Алмаз» подводит итоги за 2012 год* 11
- В.Л. Летучева, А.В. Сальников, С.Н. Степанов.** Инновационный подход к решению практических задач судостроения 12
- Д.А. Посадов, Д.В. Умяров.** КБ «Вымпел» повышает стандарты качества: Опыт внедрения специализированного программного обеспечения 17
- В.М. Левшаков, А.Г. Филимонов.** Система формирования помещений в общей концепции судостроения при оснащении судов и морских объектов 21
- Награда корабелю: вручение ордена «За заслуги перед Отечеством» III степени профессору В.Е. Юхнину* 25
- Б.А. Горелик.** Пути возрождения отечественного гражданского судостроения 26

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

- Р.А. Урусов.** ОАО «Новая ЭРА» – 20 лет 27
- Б.Ю. Семенов.** Новый век систем размагничивания: Современное состояние и перспективы развития аппаратуры для систем компенсации магнитных полей корабельных корпусных конструкций разработки и производства ОАО «НПФ «Меридиан» 29
- Р.А. Андреюк, А.С. Шиянов, Ю.А. Богачев, А.О. Попко.** Использование совмещенного гидролокатора секторного обзора и многолучевого эхолота для нужд охраны водного района 33
- И.О. Прутчиков, В.В. Камлюк, В.И. Михайлов, А.В. Маккавеев.** Математическое моделирование, расчет параметров и режимов работы реверсивного преобразователя электроэнергии в составе установки гарантированного электропитания автономного объекта 37
- А.Н. Калмыков, В.И. Кузнецов, А.П. Сеньков, Л.Н. Токарев.** Судовые бестрансформаторные гребные электрические установки 40
- И.Н. Васильев, Д.В. Суслов.** Принципы уточнения динамических воздействий на подъемно-транспортное оборудование при подъеме груза с воды в условиях нерегулярного волнения 44
- Н.М. Подволоцкий.** Гидромеханические модели работы судовых центробежных насосов на трубопроводную сеть 47
- А.А. Брызгалин.** Уникальные воздушно-дыхательные аппараты для водолазов 53
- Н.В. Петров.** Безразборное диагностирование центровки по параметрам силового взаимодействия механизмов 55

РАДИОЭЛЕКТРОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

- Ю.Ф. Подоплекин, А.А. Кулагин, С.С. Поповцев.** Методы имитации объектов мониторинга при испытаниях многоспектральных систем 58
- «Транзас» в 2012 году* 60
- В.В. Кобзев, А.Д. Лямкин, В.К. Позняк, Д.К. Шилов.** Автоматизированный контроль работы оператора в комплексной обучающей системе 66



ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

- Г.И. Авербух, А.В. Бурдуков.** Измеритель постоянной времени релаксации объемного заряда углеводородов..... 71
- М.А. Симонова, А.В. Иванов, Р.Р. Гарифулин.** Электрофизический метод снижения техногенной опасности 74

НАВИГАЦИЯ И ГИДРОГРАФИЯ

- П.Г. Бродский, А.Ф. Зеньков, Ю.В. Румянцев.** О создании Единой государственной гидрографической службы Российской Федерации..... 78
- С.П. Алексеев, Ю.В. Румянцев, А.Н. Лукин.** Особенности морской транспортной системы в Восточной Арктике 80

БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ

- В.Н. Илюхин, С.А. Губкин.** Поисково-спасательная техника и технологии в системе технического регулирования 85
- Е.П. Бураковский, П.Е. Бураковский, Ю.И. Нечаев, В.П. Прохнич.** Проблемы контроля динамики судна в экстремальных ситуациях на основе методов современной теории катастроф 89
- К 80-летию академика РАЕН Ю.И. Нечаева* 95
- С.А. Бахарев, Г.П. Дремлюга, А.В. Рогожников.** Почему киты становятся убийцами, или к вопросу о навигационной безопасности мореплавания 97
- Г.В. Егоров, А.Г. Егоров.** Анализ риска эксплуатации отечественных речных пассажирских судов 100

МОРСКАЯ ТЕХНИКА: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

- Б.П. Ионов, Н.В. Калинина.** Выбор тактики движения судов в тяжелых льдах 106
- Ю.И. Стекольников.** Актуальность, методология и теоретические положения научных основ живучести систем корабельного вооружения 110
- И.В. Кожемякин, К.В. Рождественский, В.А. Рыжов, А.В. Смольников, Е.И. Татаренко.** Подводные глайдеры: вчера, сегодня, завтра (часть 1) 113
- Б.А. Горелик.** Представление инновационных проектов: Требования к описанию и критерию оценки..... 117

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА

- Л.Г. Кузьмин, И.О. Ивановский.** Вековой юбилей завода «Северная верфь» .. 121
- С.П. Сирый.** 160 лет со дня рождения последнего морского министра императорского флота России адмирала И.К. Григоровича 123

В МОРСКОМ СОБРАНИИ

- 39-я Ассамблея Санкт-Петербургского Морского Собрании 128

НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ

- Черноморский флот в период правления Екатерины II 129

ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

- Международный военно-морской салон IMDS–2013, 3–7 июля 2013, Санкт-Петербург (1)
- Двенадцатая международная выставка и конференция НЕВА–2013, 24–27 сентября 2013, Санкт-Петербург (15)

Главный редактор

Э.А. Конов, канд. техн. наук

Зам. главного редактора

А.Ю. Пылаев

Тел./факс: (812) 6004586

Факс: (812) 5711545

E-mail: morvest@gmail.com

www.morvest.korabel.ru

Редакционная коллегия

К.Г. Абрамян, д-р техн. наук, проф.

Ю.В. Баглюк, канд. техн. наук, ст. науч. сотр.

Ю.В. Варганов, канд. истор. наук, доцент

В.Н. Глебов, канд. эконом. наук

Е.А. Горин, д-р эконом. наук

Е.В. Игошин, канд. техн. наук

Б.П. Ионов, д-р техн. наук, проф.

Ю.Н. Кормилицин, д-р техн. наук, проф.

А.И. Короткин, д-р техн. наук, проф.

С.И. Логачёв, д-р техн. наук, проф.

П.И. Малеев, д-р техн. наук

Ю.И. Нечаев, д-р техн. наук, проф.

В.С. Никитин, д-р техн. наук, проф.

В.Г. Никифоров, д-р техн. наук, проф.

Ю.Ф. Подоплёкин, д-р техн. наук, проф., акад. РАН

Л.А. Промыслов, канд. техн. наук

Ю.Д. Пряжин, д-р истор. наук, проф.

А.В. Пустошный, чл.-корр. РАН

А.А. Родионов, д-р техн. наук, проф.

К.В. Рождественский, д-р техн. наук, проф.

А.А. Русецкий, д-р техн. наук, проф.

Ю.Ф. Тарасюк, д-р техн. наук, проф.

В.И. Черненко, д-р техн. наук, проф.

Н.П. Шаманов, д-р техн. наук, проф.

Б.А. Царёв, д-р техн. наук, проф.

Редакция

Тел./факс: (812) 6004586

E-mail: morvest@gmail.com

Редактор

Т.И. Ильичёва

Дизайн, верстка

С.А. Кириллов

Адрес редакции

190000, Санкт-Петербург,

наб. реки Мойки, 84, пом. 13Н

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по

делам печати, телерадиовещания и средств массовых

коммуникаций. Свидетельство о регистрации ПИ

№ 77-12047 от 11 марта 2002 г.

Учредитель-издатель

ООО «Издательство "Мор Вест"»,

190000, Санкт-Петербург,

наб. реки Мойки, 84, пом. 13Н.

Электронные версии журналов 2006–2012 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 № 242.

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(45)
march
2013

SCIENTIFIC, ENGINEERING, INFORMATION AND ANALYTIC MAGAZINE

Editorial Council

Chairmen

S.N. Forafonov, Vice-President
JSC United Shipbuilding Corporation

Co-chairmen:

V.L. Alexandrov, President of the International
and Russian Scientific and Technical Association
of Shipbuilders named after Acad. A.N. Krylov

K.P. Borisenko, Rector SPbSMTU

Council Members:

S.O. Baryshnikov, Rector Admiral Makarov State
University of Marine and Inland Shipping

A.S. Buzakov, General Director

JSC Admiralty Shipyards

G.V. Egorov, General Director

JSC Marine Engineering Bureau SPb

G.D. Filimonov, General Director

JSC Concern Mor Flot

L.G. Grabovets, General Director JSC SF Almaz

M.A. Ivanov, General Director

JSC Control Systems and Instruments

V.N. Ilukhin, Chairman NO ASRTD

L.M. Klyachko, General Director

JSC ZNII KURS

S.R. Komarov, Chairman

of the Board of Directors JSC MNS

E.V. Komrakov, General Director

JSC R.E.T. Kronshtadt

E.A. Konov, Director,

JSC Publishing House Mor Vest

A.A. Kopanov, General Director,

JSC SPF Meridian

G.A. Korzhavin, General Director,

JSC Concern Granit-Elektron

S.B. Kursin, General Director JSC SRNHI

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

L.G. Kuznetsov, General Director JSC Compressor

G.N. Muru, General Director JSC 51CCTIS

N.V. Orlov, Chairman

St. Petersburg Marine Assembly

V.V. Shatalov, General Director

JSC DB «Vympel»

K. Yu. Shilov, General Director

JSC Concern SPA Avrora

A.V. Shlyakhtenko, General Director –

General Designer JSC ZMKB Almaz

V.A. Solon'ko, Chairman of the Board of Directors

JSC SPA Sevzapspezavtomatika

V.I. Spiridopulo, General Director

JSC Severnoye Design Bureau

I.S. Sukhovinsky, Director JSC VINETA

D.V. Suslov, Director JSC CRISM

G.V. Taritsa, General Director JSC PDB Petrobalt

V.S. Tatarsky, General Director JSC ERA

A.N. Tikhomirov, General Director

JSC Transtech Neva Exhibitions

R.A. Urusov, General Director JSC New ERA

A.V. Ushakov, General Director

JSC SP Severnaya Verf

N.M. Vikhrov, General Director

JSC Kanonersky Shiprepairing Yard

CONTENTS

SHIPBUILDING AND SHIP REPAIRING

- V.A. Bulkin, N.N. Fedonyuk, A.V. Shlyakhtenko.** Application of perspective composite materials in surface shipbuilding 7
- «Almaz» sums up for the year 2012 11
- V.L. Letucheva, A.V. Salmikov, S.N. Stepanov.** Innovative approach to the solution of practical tasks of shipbuilding..... 12
- D.A. Posadov, D.V. Umyarov.** «Vympel» design bureau raises the quality standards: Experience of implementation of the specialized software 17
- V.M. Levshakov, A.G. Filimonov.** System of forming of premises in the general concept of shipbuilding in case of a vessel and marine facilities..... 21
- Award to the shipwright: delivery of the award «For Merits before the Fatherland» of the III degree to professor V.E. Yukhnin 25
- B.A. Gorelik.** Ways of revival of domestic civil shipbuilding..... 26

POWER PLANTS AND MARINE EQUIPMENT

- R.A. Urusov.** JSC «Novaya ERA» – 20 years 27
- B. Yu. Semenov.** New century of systems of a degaussing: Current state and prospects of development of the equipment for systems of compensation of magnetic fields of ship case designs of JSC «NPF «Meridian» development and production 29
- R.A. Andreyuk, A.S. Shiyanov, Yu.A. Bogachyov, A.O. Popko.** Use of the combined sonar of the sector overview and multibeam sonic depth finder for needs of protection of the waterway region 33
- I.O. Prutchnikov, V. V. Kamlyuk, V.I. Mikhaylov, A.V. Makkaveev.** Mathematical modeling, calculation of parameters and operating modes of the reversive converter of the electric power as a part of installation of guaranteed power supply of autonomous object 37
- A.N. Kalmykov, V.I. Kuznetsov, A.P. Senkov, L.N. Tokarev.** Ship transformerless rowing electric installations 40
- I.N. Vasilyev, D.V. Suslov.** The principles of refining of dynamic impacts on weight handling equipment in case of load lifting from water in the conditions of irregular excitement 44
- N.M. Podvolotsky.** Hydromechanical models of operation of ship centrifugal pumps for pipe network..... 47
- A.A. Bryzgalin.** Unique air and respiratory devices for divers 53
- N.V. Petrov.** In-place diagnosing of centering on parameters of power interaction of mechanisms 55

RADIO-ELECTRONIC EQUIPMENT AND CONTROL SYSTEMS

- Yu.F. Podoplekin, A.A. Kulagin, S.S. Popovtsev.** Methods of imitation of objects of monitoring when testing multispectral systems 58
- «Tranzas» in 2012 60
- V.V. Kobzev, A.D. Lyamkin, V.K. Poznyak, D.K. Shilov.** The automated control of work of the operator in complex training system..... 66



INDUSTRIAL SAFETY

- G.I. Averbukh, A.V. Burdukov.** *Measuring instrument of a constant of relaxation time of hydrocarbons volume charge* 71
- M.A. Simonova, A.V. Ivanov, R.R. Garifulin.** *Electrophysical method of decrease of technogenic danger*..... 74

NAVIGATION AND HYDROGRAPHY

- P.G. Brodsky, A.F. Zenkov, Yu.V. Rumyantsev.** *About creation of Single state hydrographic service of the Russian Federation* 78
- S.P. Alekseev, Yu.V. Rumyantsev, A.N. Lukin.** *Features of sea transport system in East Arctic* 80

NAVIGATION SAFETY

- V. N. Ilyukhin, S.A. Gubkin.** *Search and rescue equipment and technologies in system of technical regulation* 85
- E.P. Burakovskiy, P. E. Burakovskiy, Yu.I. Nechaev, V.P. Prokhnich.** *Problems of control of dynamics of a vessel in extreme situations on the basis of methods of the modern theory of catastrophic crashes* 89
- To the 80 anniversary of the academician of the Russian Academy of Natural Sciences Yu.I.Nechaev* 95
- S.A. Baharev, G.P. Dremlyuga, A.V. Rogozhnikov.** *Why whales become murderers, or to a question of navigation safety of seagoing* 97
- G.V. Egorov, A.G. Egorov.** *Risk analysis of operation of domestic river passenger crafts*..... 100

MARITIME ENGINEERING: SCIENCE AND TECHNOLOGIES

- B.P. Ionov, N.V. Kalinina.** *Choice of tactics of movement of vessels in heavy ices* 106
- Yu.I. Stekolnikov.** *Relevance, methodology and theoretical provisions of scientific bases of survivability of ship weapon systems* 110
- I.V. Kozhemyakin, K.V. Rozhdestvensky, V.A. Ryzhov, A.V. Smolnikov, E.I. Tatarenko.** *Underwater gliders: yesterday, today, tomorrow (part 1)* 113
- B.A. Gorelik.** *Submission of innovative projects: Requirements to the description and criteria of an assessment*..... 117

HISTORY OF SHIPBUILDING AND FLEET

- L.G. Kuzmin, I.O. Ivanovskiy.** *The age-old anniversary of the plant «Severnaya Verf»* 121
- S.P. Siry.** *160 years since the birth of the last sea minister of imperial fleet of Russia, about I.K. Grigorovich's role* 123

IN MARITIME COLLECTION

- 39th Assembly of the St. Petersburg Sea Meeting* 128

AT THE BOOKSHELF

- The Black Sea fleet in the period of Ekaterina's II reign*..... 129

EXHIBITIONS AND CONFERENTIONS

- Maritime Defence Show IMDS–2013, 3–7 of July, 2013, St.Petersburg (1)*
- The 12th International Exhibition and Conference NEVA–2013, 24–27 of September, 2013, St.Petersburg (15)*

Editor-in-Chief

E.A. Konov, Ph. D.

Deputy Editor-in-Chief

A.Yu. Pylaev

Phone/Fax: +7 (812) 6004586

Fax: +7 (812) 5711545

E-mail: morvest@gmail.com

www.morvest.korabel.ru

Editorial Collegium

K.G. Abramyan, D. Sc., Prof.

Yu.V. Baglyuk, Ph. D.

V.I. Chernenko, D. Sc., Prof.

V.N. Glebov, Ph. D.

E.A. Gorin, D. Sc.

E.V. Igoshin, Ph. D.

B.P. Ionov, D. Sc., Prof.

Yu.N. Kormilitsin, D. Sc., Prof.

A.I. Korotkin, D. Sc., Prof.

S.I. Logachev, D. Sc., Prof.

P.I. Maleev, D. Sc.

Yu.I. Nechaev, D. Sc., Prof.

V.S. Nikitin, D. Sc., Prof.

V.G. Nikiforov, D. Sc., Prof.

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

L.A. Promyslov, Ph. D.

Yu.D. Pryakhin, D. Sc., Prof.

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

A.A. Rodionov, D. Sc., Prof.

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

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

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

Yu.F. Tarasyuk, D. Sc., Prof.

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

Yu.V. Varganov, Ph. D.

Editorial staff

Phone/Fax +7 (812) 6004586

E-mail: morvest@gmail.com

Editor

T.I. Ilyichiova

Design, imposition

S.A. Kirillov

Editorial office

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

190000, St. Petersburg

The magazine is registered by RF Ministry of Press,

TV and Radio Broadcasting and Means of Mass

Communications, Registration Certificate

ПИ № 77-12047 of 11 march 2002.

Founder-Publisher

JSC Publishing House "Mor Vest"

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

190000, St. Petersburg

The magazines electronic versions of 2006–2012 are placed on the site LLC "Nauchnaya elektronnyaya biblioteka" www.elibrary.ru and are also included to the Russian index of scientific citing.

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

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

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

Circulation 1000. Order № 242.

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.

В последние два десятилетия в мировом судостроении расширяются объемы применения полимерных композиционных материалов (ПКМ) и идет интенсивный процесс разработки новых ПКМ и технологий изготовления конструкций из этих материалов.

ОАО «ЦМКБ «Алмаз» совместно с ФГУП «Крыловский государственный научный центр» создан целый ряд судостроительных конструкций на основе ПКМ.

На корвете пр. 20380 спроектированы, изготовлены и прошли эксплуатационные испытания надстройка, рама под главные двигатели и виброизолирующие соединительные муфты (ВСМ) из ПКМ, которые показали высокую эффективность и надежность.

В настоящее время на ОАО «Средне-Невский судостроительный завод» идет строительство корабля пр. 12700 из ПКМ, на котором впервые в отечественном судостроении для изготовления обшивки корпуса и корпусных конструкций используется технология закрытого формования. Дальнейшее распространение ПКМ связано с применением современных армирующих материалов и развитием технологии их изготовления. Одним из перспективных направлений повышения характеристик кораблей и судов является использование в их конструкциях углепластиков и гибридных ПКМ на основе углеродных армирующих систем. Известно, что углепластики имеют по сравнению с другими ПКМ ряд преимуществ, к которым, в первую очередь, относятся:

- значительно более высокие удельные прочностные и жесткостные характеристики;
- повышенная сопротивляемость при воздействии повторно-статических и вибрационных нагрузок.

Углепластики находят все более широкое применение в судостроении в таких развитых в промышленном отношении странах, как Франция, ФРГ, Швеция, Япония и т. д. Если в 60–70-х гг. из них изготавливались корпуса спортивных лодок, гоночных катеров и яхт, то сегодня эти материалы используются при строительстве более крупных кораблей. В качестве примера можно назвать корветы типа «Visby» ВМС Швеции водоизмещением 640 т и длиной 73 м, корпус и надстройка которых имеют трехслойную конструкцию с несущими слоями из углепластика на основе мультиаксиальной углеродной ткани со структурой армирования ($0^\circ/+45^\circ/90^\circ/-45^\circ$) из волокон Т800Н японской компании «Тогау Групп» и средним слоем из пенопласта марки Divinucell (фирма DIAB, Швеция) [1]. В настоящее время в США ведется строительство корабля пр. DDG-1000 длиной 182 м и водоизмещением около 14 000 т с надстройкой из ПКМ размерами 49×21×20 м, которая имеет трехслойную конструкцию с несущими слоями из углепластика и средним слоем из бальзы (фирма «AIREX VALTEK», Швейцария) [2].

Углеродные армирующие системы также широко применяются для изготовления судовых валов, подшипников скольжения, судовых валопроводов и виброизолирующих соединительных муфт.

Обоснованное внедрение углепластиков в корпусные конструкции надводных кораблей невозможно без изучения их прочностных, вибропоглощающих, электромагнитных и других свойств, в том числе учета влияния факторов среды эксплуатации.

Определенную перспективу имеют гибридные полимерные композиционные материалы (ГПКМ), в которых помимо углеродных армирующих систем введены стеклоармирующие материалы. Это позволяет не только снизить стоимость по сравнению с углепластиковыми, но и повысить их ударостойкость.

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В НАДВОДНОМ СУДОСТРОЕНИИ

В.А. Булкин, начальник сектора ОАО «ЦМКБ «Алмаз»,
Н.Н. Федонюк, канд. техн. наук, начальник сектора ФГУП «Крыловский государственный научный центр»,
А.В. Шляхтенко, д-р техн. наук, проф.,
генеральный директор ОАО «ЦМКБ «Алмаз»,
контакт. тел. (812) 369 1122, 8 921 316 5992

Введение в состав ГПКМ наполнителей и других материалов со специальными свойствами позволит получить материал, наделенный полифункциональными свойствами, например, повышенным вибро- и радиопоглощением. Однако выбор исходных компонентов, создание из них оптимальных по составу и структуре ГПКМ, удовлетворяющих поставленным требованиям, и разработка на их базе конструктивных решений связаны с большими трудностями и требуют значительных по объему расчетно-экспериментальных исследований.

За рубежом производством углеродных волокон занимаются несколько десятков фирм, подавляющее большинство которых расположено в Японии. Наибольших успехов в производстве высокопрочных и высокомодульных углеродных волокон достигла компания «Тогау Групп». Волокна марок Т800Н и Т1000G обладают уникальным сочетанием свойств по прочности, жесткости и предельному относительному удлинению, параметры которых достигают рекордных значений. То же самое можно сказать о высокомодульных волокнах марок М50J и Х665, модуль нормальной упругости которых находится на максимальном уровне порядка 500 ГПа и более при прочности на растяжение 3,4–4,1 ГПа [3].

Достаточно высокие характеристики имеют углеродные волокна и других производителей, при этом за рубежом выпускаются углеродные волокна широкой номенклатуры, из которых изготавливаются разнообразные армирующие материалы: маты, ровинги, ленты, ткани различного плетения, мультиаксиальные ткани. Это позволяет удовлетворить потребности разных отраслей промышленности и расширить области применения ПКМ на основе углеродных волокон, а увеличение объемов использования этих материалов обеспечивает снижение стоимости изготовления продукции.

В России лидером в производстве углеармирующих материалов является ЗАО «ХК «Композит» (Москва) [4], которое выпускает ленты и ткани саржевого и полотняного переплетения из углеродных волокон, изготавливаемых собственными предприятиями, а также предприятиями других фирм и компаний. При этом ассортимент материалов весьма ограничен, и большинство из них уступает по своим механическим и технологическим свойствам зарубежным аналогам.

Создание эффективных корпусных конструкций из ПКМ и ГПКМ надводных кораблей в настоящее время невозможно без внедрения передовых технологических процессов, какими являются методы закрытого формования, к которым относятся метод инфузии и RTM-методы. Внедрение этих методов положительно скажется на качестве изготовления корабельных корпусных конструкций из ПКМ и ГПКМ и в значительной степени ликвидирует отставание России в области механизации процессов формования конструкций и изделий.

В настоящее время ФГУП «Крыловский государственный научный центр» проводит комплекс работ по оценке эффективности использования ПКМ и ГПКМ на основе углеродных армирующих систем в судостроении. Совместно с ООО «Композит-Проф» (Санкт-Петербург) отрабатываются тех-

нологии закрытого формования, а совместно с ОАО «ЦМКБ «Алмаз» разрабатывают корпусные конструкции на их основе.

Проведенные в ФГУП «Крыловский государственный научный центр» испытания образцов ПКМ и ГПКМ на основе углеармирующих материалов ЗАО «ХК «Композит» позволили достичь требуемых основных физико-механических характеристик этих материалов и выполнить предварительные проработки корпусных конструкций на их основе.

На рис. 1 приведены сравнительные характеристики ПКМ и ГПКМ параллельно-диагональной структуры армирования $[0^\circ/+45^\circ/-45^\circ/90^\circ]$, изготовленные по технологии вакуумной инфузии на винилэфирном связующем DION FR 9300 («Reichhold», Швеция). Сравниваются характеристики стеклопластика на основе стеклоткани марки T11-ГВС-9 той же структуры армирования, изготовленного по технологии контактного формования на отечественном полиэфирном связующем ПН-609-21М. Этот материал широко применялся ранее в отечественном судостроении.

Сравнение производится для следующих ПКМ:

– стеклопластика на основе стеклоткани 9977R3-290 $[0^\circ/90^\circ]$ и диагональной стеклоткани 62031 $[+45^\circ/-45^\circ]$ («Ahlstrom», Финляндия);

– углепластика на основе углеткани Ст-12026 $[0^\circ/90^\circ]$ и диагональной углеткани Сб-42101 $[+45^\circ/-45^\circ]$ (ЗАО «ХК «Композит»);

– гибридного материала на основе углеткани Ст-12026 $[0^\circ/90^\circ]$ и диагональной стеклоткани 62031 $[+45^\circ/-45^\circ]$.

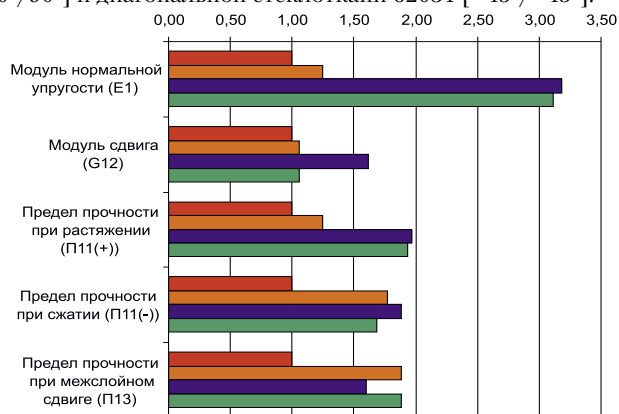


Рис. 1. Сравнение физико-механических характеристик стеклопластиков, углепластика и ГПКМ

■ – стеклопластик T11-ГВС-9/ ПН-609-21М, ■ – стеклопластик 9677R3-290+62031/FR9300, ■ – углепластик Ст-12026+Сб-42101/FR9300, ■ – ГПКМ Ст-12026+62031/FR9300

Как видно из рис. 1, углепластики и ГПКМ имеют по сравнению со стеклопластиковыми более высокий модуль упругости и предел прочности при растяжении, при этом предел прочности при сжатии и при межслойном сдвиге находится на уровне стеклопластика, изготовленного по технологии закрытого формования.

На основании полученных физико-механических характеристик в ОАО «ЦМКБ «Алмаз» совместно с ФГУП «Крыловский государственный научный центр» были выполнены проработки корпусных конструкций из однослойного ПКМ и ГПКМ на основе углеродных армирующих систем и балок набора применительно к пр. 12700, а также конструкциям надстройки пр. 20380 из трехслойного полимерного композиционного материала (ТС ПКМ). Полученные результаты показали эффективность применения углепластика в корпусных конструкциях.

На рис. 2 показано относительное снижение массы обшивки, балок набора и ТС ПКМ надстройки при использовании углепластика.

При сохранении обшивки равной массы по сравнению со стеклопластиком применение углепластика позволяет в 1,5 раза увеличить шпацию поперечного набора, что соответственно снижает в 1,5 раза трудоемкость его установки.

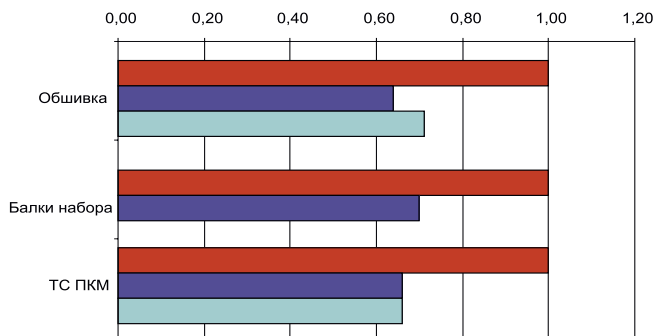


Рис. 2. Относительное снижение массы корпусных конструкций при использовании углепластика

■ – стеклопластик, ■ – углепластик, ■ – ГПКМ

Высокие физико-механические характеристики углепластиков позволяют приступить к постройке кораблей и судов водоизмещением до 1200 т и длине корпуса до 100 м с пересмотром технологии их строительства, в частности с переходом на секционно-блочный метод строительства. Изготовление обшивки таких корпусов в матрице с последующей установкой набора становится неэффективным. Переход к секционно-блочной технологии изготовления корпусов требует проведения комплекса исследований работоспособности стыковых соединений обшивки, в том числе трехслойной, и продольных балок набора.

Стоимость отечественных углеармирующих материалов, которая на сегодняшний день более чем в 5–10 раз превышает стоимость стеклоармирующих материалов, что существенно увеличивает стоимость корпусных конструкций с их применением. Поэтому перед производителем углеармирующих материалов – ЗАО «ХК «Композит» – стоит основная цель – снизить их стоимость и повысить характеристики. Производители углеродных волокон стремятся снизить себестоимость производства путем уменьшения стоимости сырья и совершенствования технологических процессов.

На рис. 3 представлена динамика изменения стоимости производства углеродных волокон по данным ЗАО «ХК «Композит» [5].



Рис. 3. Динамика изменения стоимости производства углеродных волокон, долл. США за 1 кг

Применение ПКМ и ГПКМ на основе углеродных армирующих систем в корпусных конструкциях, изготавливаемых с применением высокомеханизированных методов закрытого формования, открывает перспективы повышения их эффективности, прежде всего снижения материалоемкости, повышения надежности и долговечности, улучшения качества постройки кораблей. Корпусные конструкции с углеармирующими материалами обладают целым рядом характеристик, снижающих электромагнитные, тепловые, акустические поля корабля. Разработка оптимальных структур, в полной мере обеспечивающих снижение полей при сохранении параметров прочности, жесткости и долговечности конструкций является одним из основных направлений дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федоток Н.Н. Применение полимерных композиционных материалов в зарубежном кораблестроении: Обзор по материалам прессы 1990 – 2006 гг. – СПб.: Изд. ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 2009, 114 с.
2. Sandwich technology news, Airex Baltek. 2012, 19 p.
3. Каталог продукции компании «Toray Group» (Япония).
4. Каталог продукции ЗАО «ХК «Композит».
5. <http://www.komposit.ru>

Традиционно в начале нового года мы подводим итоги года ушедшего, и для судостроительной фирмы «Алмаз» он был не менее успешным, чем и предыдущие годы.

В апреле 2012 г. был спущен на воду малый артиллерийский корабль пр. 21630 «Махачкала», зав. № 703. Это третий корабль данной серии, построенный на «Алмазе». В октябре этого же года корабль успешно прошел все заводские ходовые и государственные испытания, а в декабре состоялось подписание акта приема-передачи корабля Военно-Морскому Флоту России.

В июне состоялась передача пограничного сторожевого корабля пр. 22460 «Бриллиант», зав. № 502, для Пограничной службы ФСБ России, а сентябре – передача пограничного сторожевого корабля пр. 22460 «Жемчуг», зав. № 503, и одновременно с этим прошла церемония закладки ПСКр пр. 22460, зав. № 504, «Изумруд».

Необходимо отметить, что ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз» успешно ведет строительство серии кораблей этого проекта, начиная с 2007 г., когда был заложен головной корабль пр. 22460, получивший название «Рубин».

В течение 2012 г. также состоялась передача двух пограничных катеров пр. 12200 «Соболь», зав. № 213, 214, для Пограничной службы ФСБ России.

В ноябре 2012 г. было спущено на воду первое серийное пограничное судно ледового класса пр. 22120 тоже для Пограничной службы ФСБ России.

Все корабли, построенные на фирме «Алмаз», зарекомендовали себя как надежные, а качество их постройки не вызывает сомнения. Сейчас они несут службу по защите и охране границ нашей страны.

На сегодняшний день «Судостроительная фирма «Алмаз» продолжает строительство патрульных катеров пр. 12200 «Соболь», второго пограничного судна ледового класса пр. 22120, а также ведет серийное строительство ПСКр пр. 22460, зав. № 504, 505 – эти корабли строятся по заказу Пограничной службы ФСБ России.

На протяжении десятилетий «Алмаз» уверенно смотрит в будущее и подтверждает имя надежного предприятия, которое успешно выполняет все взятые на себя обязательства. ■

«АЛМАЗ» ПОДВОДИТ ИТОГИ ЗА 2012 ГОД

ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз»,
контакт. тел. (812) 235 4820



Малый артиллерийский корабль пр. 21630 «Махачкала»



ПСКр пр. 22460 «Жемчуг»



У причальной стены ОАО «СФ «Алмаз» – ПСКр «Бриллиант» и «Жемчуг»

10 октября 2012 г. состоялась передача в эксплуатацию Федеральной службе по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды России (Росгидромет) новейшего флагмана научно-экспедиционного флота России – судна пр. 22280 «Академик Трёшников», спроектированного ФГУП «Крыловский государственный научный центр» и построенного на ОАО «Адмиралтейские верфи».

Судно предназначено для обеспечения деятельности Российской антарктической экспедиции и проведения научных исследований тихоокеанского сектора Антарктики. Судно «Академик Трёшников» одновременно и пассажирское и грузовое, осуществляющее замену персонала антарктических станций, доставку продовольствия, топлива, научного оборудования, транспортной техники, самолетов, газовых баллонов, запчастей, расходных материалов и др. Это первое судно подобного класса, полностью спроектированное и построенное в России. Новый флагман заменит научно-исследовательское судно «Академик Фёдоров».



Основные характеристики НЭС «Академик Трёшников»

Длина, м:	
наибольшая.....	133.57
между перпендикулярами	123.24
Ширина наибольшая, м.....	23.00
Осадка по летнюю грузовую марку, м.....	8.50
Скорость в открытой воде, уз.....	16
Ледопробитость при скорости ок. 2 уз, м	1.1
Главный двигатель (дизель-генератор), кВт.....	2×6300
.....	1×4200
Пропульсивная установка	2×ГЭД, ВФШ
Максимальная мощность пропульсивной установки, кВт	2×7000
Рулевое устройство, шт	2
Класс РС	КМ(★)Arc(7)[2]AUT2 (Spec. purpose vessel)
Дальность плавания, миль	15000
Автономность, сут.	120
Экипаж, чел.	59
Научный персонал, чел.	80

Рабочее проектирование НЭС «Академик Трёшников» выполняли специалисты Инженерного центра ОАО «Адмиралтейские верфи». В ходе строительства заказа инженеры не раз сталкивались с необходимостью поиска решений нестандартных технических задач.



НЭС «Академик Трёшников»

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ СУДОСТРОЕНИЯ

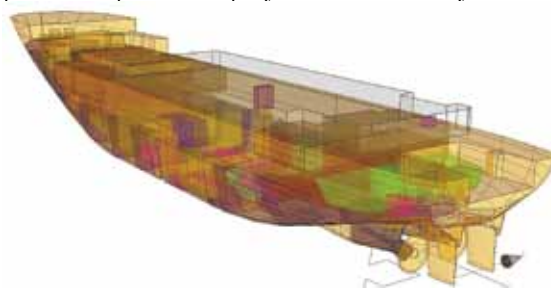
В.Л. Летучева, ведущий инженер-конструктор, начальник Бюро общего проектирования,
А.В. Сальников, инженер-конструктор 1-й кат.,
С.Н. Степанов, инженер-конструктор 1-й кат.,
 ОАО «Адмиралтейские верфи»,
 контакт. тел. (812) 714 8056

В настоящей статье продемонстрированы только два решения практических задач, поставленных перед инженерами верфей.

СПУСК СУДНА НА ВОДУ С ПОНТОНОМ

29 марта 2011 г. с наклонного стапеля ОАО «Адмиралтейские верфи» НЭС «Академик Трёшников» был спущен на воду. В виду особенностей формы корпуса и распределения весовой нагрузки по длине во избежание опрокидывания судна при спуске со стапеля было решено использовать кормовой спусковой понтон. Спуск был рассчитан силами Бюро общего проектирования Инженерного центра предприятия с использованием САПР Tribon M3 Initial Design. Целью расчета являлись:

- определение характеристик понтона;
- расчет спуска системы понтон-судно;
- расчет операции по срезу понтона на плаву.

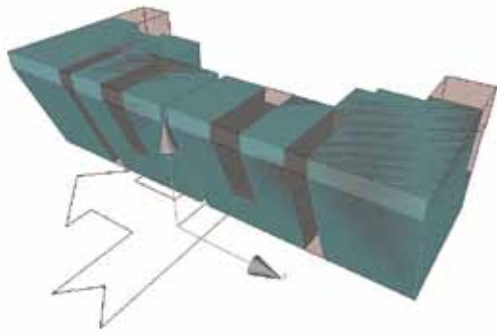


Теоретическая 3D-модель судна

В процессе рабочего проектирования, помимо корпусной модели, была также разработана теоретическая 3D-модель судна в САПР Tribon M3 Surface/Compartment. Поверхность модели учитывала все выступающие части (выкружки гребных валов, гребные винты, рули и подруливающие устройства). Были заданы все помещения в корпусе судна, необходимые для расчетов:

- посадки и остойчивости;
- непотопляемости;
- нагрузки масс судна порожнем;
- допустимых возвышений центра тяжести;
- прочности при проведении грузовых операций;
- таблиц вместимости танков и цистерн;
- и прочих.

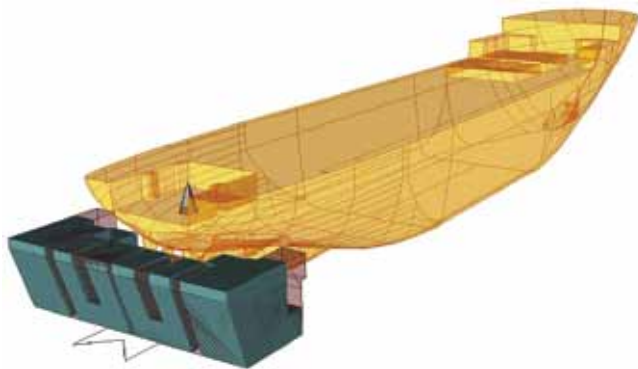
Для расчета спуска совместно с корпусным отделом Инженерного центра была разработана 3D-модель понтона. Кормовой спусковой понтон представлял собой полую конструкцию длиной ок. 20 м, шириной 27 м, высотой 8 м, состоял из двух симметричных частей левого и правого борта, имел шесть балластных отсеков и шесть отсеков плавучести. Корпусный набор и конструкции крепления понтона к обшивке судна были рассчитаны с учетом гидродинамического удара при входе в воду со стапеля и из



3D-модель понтона

условия возможной ледовой обстановки в акватории реки Невы во время спуска.

Следующим шагом стало объединение модели понтона с существующей моделью НЭСа. Спускное устройство, состоящее из 10 звеньев, носового и кормового копылов, учитывалось как дополнительная весовая нагрузка, распределенная по длине под днищевой обшивкой судна. Таким образом, получилась система «понтон–судно–спусковое устройство». В САПР Tribon M3 Hydrostatics Module были просчитаны все стадии спуска, проверена прочность корпусных конструкций системы «понтон–судно», отдельно судна и понтона, рассчитаны посадка и остойчивость системы после спуска.



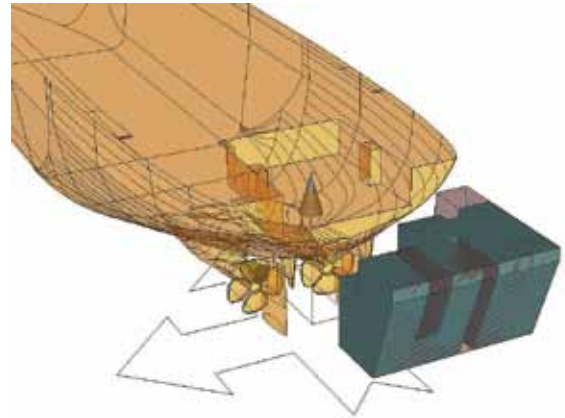
Объединение модели понтона с моделью НЭС

Натурные замеры осадок и длины пройденного пути до полной остановки системы «судно–понтон» показали хорошую сходимость с результатами расчетов.



После спуска заказа предстояла операция по срезу понтона. Его левая и правая части отделялись поочередно на плаву независимо друг от друга. Срезанные части понтона должны были оставаться на плаву для эвакуации. Задача заключалась в определении последовательности работ, необходимого заполнения балластных отсеков понтона для достижения безопасных углов крена в процессе его срезы. Для этих целей в САПР Tribon M3 была создана дополни-

тельная электронная модель судна с половиной понтона. В результате для всех стадий операции были рассчитаны и проверены посадка и остойчивость спущенной системы «судно–понтон», судна с частично срезанным понтоном и отдельных срезанных частей понтона.



Электронная модель НЭС с половиной понтона

Практика показала, что спуск судна с понтоном и в дальнейшем может успешно применяться для различных типов судов. Возможно использование как кормового, так и носового спускового понтона.

НЕПОЛНОЕ ДОКОВАНИЕ СУДНА

Сложной задачей на финальной стадии постройки заказа стало обеспечение безопасного доступа к винторулевому комплексу судна для выполнения дополнительных работ.

На тот момент не было ни одного свободного дока, который мог бы принять судно таких размеров, и специалисты Инженерного центра предложили способ подъема кормовой части судна путем неполного докования НЭС «Академик Трёшников» в плавучем доке «Луга».



Основные характеристики дока «Луга»

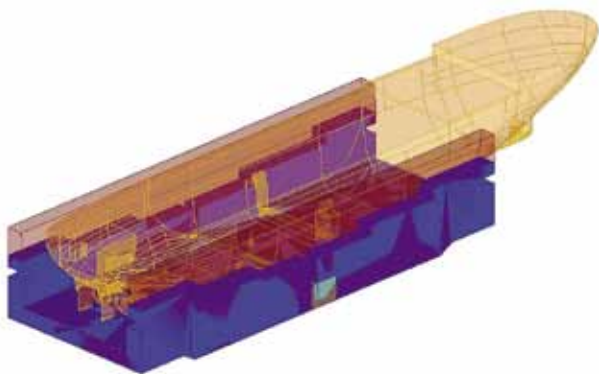
Длина по стапель палубе, м	92.8
Ширина между наружными бортами, м.....	35.0
Ширина стапель-палубы, м	27.4
Высота борта, м.....	20.4
Грузоподъемность дока, т	7000

Решение о неполном доковании было принято в связи с тем, что полное докование с помощью дока «Луга» было невозможно, поскольку максимальная грузоподъемность дока 7000 т, а вес заказа на момент проведения операции 9900 т. С одной стороны, требовалось проанализировать принципиальную возможность подъема дока с заказом. Необходимо было определить такое финальное положение системы «док–заказ», при котором плавучесть погруженной в воду части корпуса судна компенсировала разницу между грузоподъемностью дока и весом заказа, тем самым обеспечив допустимую нагрузку на док. С другой стороны, конечная стадия подъема заказа должна была гарантировать такое положение судна, при котором был бы возможен

СУДОСТРОЕНИЕ И СУДОРЕМОНТ

безопасный доступ к винторулевому комплексу и проведению необходимых работ.

Для решения этих задач в САПР Tribon M3 Initial Design кроме существующей 3D-модели НЭС «Академик Трёшников» были созданы отдельно 3D-модели дока и системы «док-заказ». Для дока были заданы все балластные цистерны, чтобы максимально точно определить их заполнение и обеспечить докмейстеров информацией о поэтапной балластировке дока в процессе подъема судна. В ходе поиска оптимального финального положения системы «док-заказ» специалистами инженерного центра было рассмотрено и просчитано несколько вариантов. В результате совместных обсуждений проведения операции инженерами и командой дока, с учетом рекомендаций и практических требований капитана дока было принято решение о необходимости обеспечить положение всплывшего дока с заказом с дифферентом на нос ок. 2 градусов при средней осадке 6,2 м. Такая посадка обеспечивала необходимую собственную плавучесть в носовой части и требуемый подъем кормовой оконечности судна.



К поиску финального положения системы «док-заказ»

Однако такое положение дока с судном поставило перед инженерами новые задачи. Учитывая, что вес судна перед докованием превышал грузоподъемность дока, было принято решение не балластировать заказ на ровный киль, тем самым увеличивая вес заказа, а оставить его с дифферен-

том на корму в состоянии, максимально приближенном к весу судна порожнем. Такое решение привело к необходимости точного расчета балластировки дока в момент касания с заказом с целью обеспечения одинакового дифферента и точной посадки судна на опорное устройство.

На следующем этапе докования необходимо было обеспечить подъем так, чтобы, изменяя дифферент системы «док-заказ» с кормы на нос, не произошло отрыва заказа от опорного устройства за счет его собственной плавучести в носовой части, при этом сохраняя нагрузку на док, гарантированно не превышающую 7000 т. Для обеспечения этих условий были рассчитаны дополнительные стадии балластировки дока с заказом. Для всех этапов подъема НЭС «Академик Трёшников» были просчитаны состояния нагрузки в специализированном САЕ модуле Tribon M3 Calc. При этом были выполнены следующие расчеты:

- посадки, веса и координат центра тяжести заказа на момент докования;
- посадки дока с заданным дифферентом во время заводки заказа;
- посадки системы док-заказ в момент касания опорного устройства днищем заказа при условии заданного дифферента;
- балластировки дока на разных стадиях при выполнении подъема заказа;
- определение финальной посадки системы «док-заказ» с учетом необходимой величины подъема кормы и максимальной грузоподъемности дока 7000 т.

Для обеспечения безопасности проведения неполного докования были проведены расчеты прочности заказа и стпель-палубы дока.

На основании всех расчетов и предложенных схем балластировки дока 11 октября 2012 г. сотрудниками ОАО «Адмиралтейские верфи» было успешно выполнено неполное докование НЭС «Академик Трёшников». Опыт специалистов Инженерного центра ОАО «Адмиралтейские верфи» показывает, что профессиональное использование современных программных решений САД и САЕ систем позволяет решать самые разные практические задачи судостроения. ■



Проектирование судна, кроме прочих, включает две основные наиболее трудоемкие стадии: технический проект и детальный проект (рабочая конструкторская документация – РКД). В техническом проекте должны содержаться окончательные проектные решения по судну, показывающие выполнение всех предъявляемых к нему надзорными органами требований [1]. Рабочая документация разрабатывается для строительства и испытаний судна [2].

Участие в проектировании и строительстве судна большого количества компаний приводит к задержке перехода от одной стадии проектирования к другой. Менее зависимые от других участников строительства разработчики, например, проекта «корпус» имеют возможность приступить к разработке РКД сразу после окончания технического проекта (если в соответствии со сроками начала производства на верфи не требуется это сделать раньше). Специалисты, связанные с производителями комплектующего оборудования (для разделов «энергетическая установка», «устройства», «электрочасть», «автоматика, связь, навигация»), вынуждены вести проектирование по мере поступления этого оборудования, так как расчетная часть по всем системам (гидравлическим, воздушным, электротехническим и электромагнитным) строится на его физических параметрах. В рабочую документацию для судовой верфи также необходимо закладывать характеристики конкретного оборудования.

КБ «ВЫМПЕЛ» ПОВЫШАЕТ СТАНДАРТЫ КАЧЕСТВА ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

*Д.А. Посадов, главный инженер,
Д.В. Умяров, начальник отдела электроборудования, ОАО «КБ «Вымпел»,
контакт. тел. (831) 433 4149, 439 6734*

В данной статье хочется поделиться опытом КБ «Вымпел» выхода из такой ситуации, а именно, проектирования независимо от производителей электрораспределительных устройств (ЭРУ).

Под категорию ЭРУ попадает большая номенклатура судового электрооборудования: главные и аварийные распределительные щиты; распределительные щиты силовой сети переменного и постоянного тока; щиты управления электроприводами судовых механизмов и устройств; щиты систем автоматки и связи. Традиционно разработка этого оборудования возлагается на изготовителя, который становится полноправным участником постройки судна с момента возникновения у него договорных обязательств перед судостроительной верфью. Как правило, к этому времени технический проект судна уже разработан и полным ходом идет разработка рабочей документации. Эта разница во времени приводит к тому, что часть обязательств проектанта по техническому проекту переносится на этап разработки рабочей документации, а разра-

ботка рабочей документации выполняется в сроки, не удовлетворяющие судоверфь.

«Если не можешь остановить безумие, возглавь его», – гласит поговорка. Поэтому разработку документации на ЭРУ КБ «Вымпел» решило взять на себя.

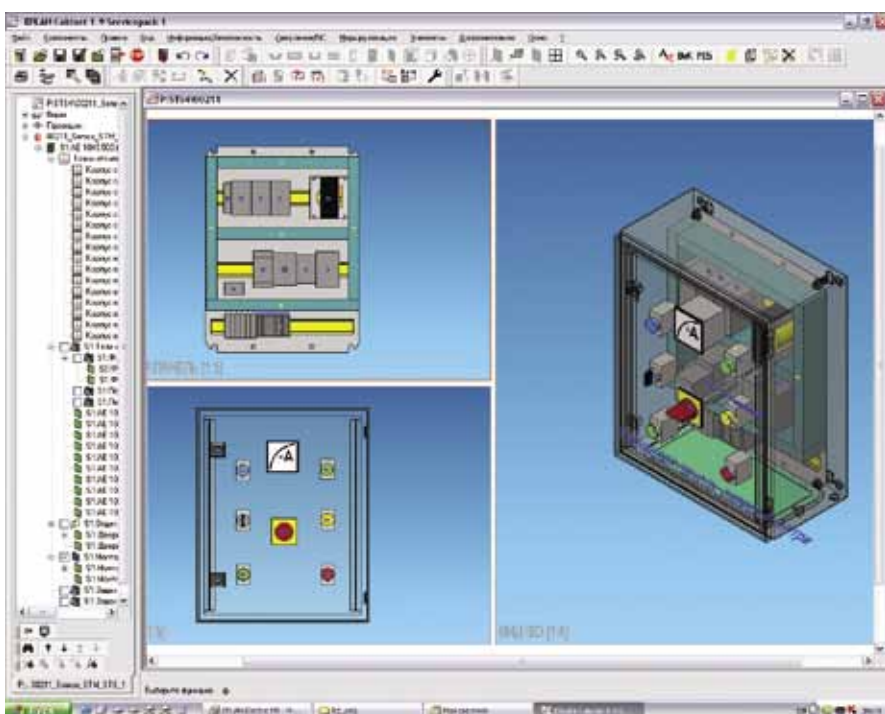
Наиболее распространенные конструкторские программы – AutoCAD и его конкуренты – являются мощными графическими инструментами, но для решения поставленной задачи требовалась другая. После длительных консультаций было принято решение приобрести лицензионное программное обеспечение [3] и обучить конструкторов работе с ним у официальных представителей [4]. Затем последовали месяцы кропотливой работы по созданию базы данных и адаптации генерируемых отчетов к существующим стандартам и традициям.

Следующие проекты* судна разрабатывались уже по новым стандартам. В объем технической документации ЭРУ в полном объеме (чертежи, схемы спецификации).

Во время консультаций нам было высказано немало предостережений о необходимости тесной связи проектанта (в данном случае проектанта ЭРУ) с производством (изготовителем ЭРУ), в противном случае документация будет низкого качества. Для учета этого весьма важного замечания вся документация по ЭРУ согласовывалась с предприятием-изготовителем – ООО «Компания ВИД», г. Нижний Новгород.

Итогом работы был технический проект судна с подробно разработанной «электрочастью». Документация по ЭРУ таким образом не стала «техническим заданием для разработчи-

* Например, буксир-спасатель пр. 22870 постройки ОАО «Центр судоремонта «Звездочка» (филиал «Астраханский СРЗ»); водолазный катер пр. 14157 постройки ОАО «Судостроительный завод имени Октябрьской революции», г. Благовещенск; танкер-бункеровщик пр. 00213 постройки ОАО «Красноярская судостроительная верфь»; БМРТ пр. 00730; багпорт пр. 00701 постройки ОАО «Волгоградский судостроительный завод»; ледокол пр. 21900М постройки ОАО «Выборгский судостроительный завод».



3D-модель одного из разработанных щитов

ка и изготовителя ЭРУ», а была «рабочей документацией для изготовления ЭРУ». Информация об ЭРУ в соответствии с порядком разработки технического проекта судна была учтена во всех других специализациях, от общепроектной до «учета и заказа материалов». При согласовании технического проекта судна с надзорным органом не пришлось договариваться о предоставлении части требуемой документации на этапе РКД.

При переходе от технического проекта к разработке рабочей документации для судовой верфи не возникло каких-либо проволочек из-за несогласованности сроков работ проектанта судна и поставщика ЭРУ. Вся необходимая информация была в нашем распоряжении. Более того, мы дорабатывали документацию на изготовление ЭРУ в процессе разработки рабочей документации судна. Такие ситуации возникают, когда, например, размеры электроники в коридоре ввиду доработок корпуса диктуют уменьшение

ширины и увеличение высоты электрощита или смены поставщика дизель-генераторов, а значит, изменение электрических защит и доработки алгоритма управления агрегатом. Говоря кратко, вместо зависимости от изготовителя ЭРУ мы получили дополнительную свободу в проектировании судна.

Согласованная и утвержденная заказчиком документация на ЭРУ разработки КБ «Вымпел» была передана в производство заблаговременно до срока поставки ЭРУ на судовой верфь. Заказ материалов, изготовление и испытания ЭРУ велись по документации КБ «Вымпел». Сертификация в Российском Морском Регистре судоходства прошла успешно. В нужный момент готовые к установке на судно щиты прибыли на судовой верфь.

На лодца и зверь бежит, как говорится, продолжением начатого дела стало поступление в КБ «Вымпел» заказов на разработку «электрочасти» объектов, проектированием которых

в целом не занимается КБ «Вымпел». Способность разработать ЭРУ в соответствии с решениями, закладываемыми в объект на этапе технического проекта и в сроки разработки технического проекта, стала очень востребована.

В результате накопленного опыта такой работы КБ «Вымпел» приняло на себя обязательства по координации поставки ЭРУ на строящиеся по его проектам суда. Несколько судововерфей* предпочли доверить поставку ЭРУ нам. Наша связь с производством стала неразрывной.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 2.120 ЕСКД. Технический проект.
2. ГОСТ 2.103 ЕСКД. Стадии разработки.
3. Пакет программ Eplan, <http://www.eplan-russia.ru>
4. ООО «Риттал», г. Москва, <http://www.rittal.ru/>

*ОАО «Центр судоремонта «Звездочка» (филиал «Астраханский СРЗ»), ОАО «Судостроительный завод имени Октябрьской революции», г. Благовещенск.

WWW.AMDESIGN.CO.TH

ALBATROSS MARINE DESIGN
 Albatross Marine Design Co., Ltd Rattakit Building
 29/13 M9 Sukhumvit Rd., Nongprue, Banglamung, Chonburi
 20150 THAILAND
 P: +66 (0)38416881 F: +66 (0)38416882
 www.amdesign.co.th info@amdesign.co.th

Albatross Marine Design – это крупнейшее «катерно-яхтенное» КБ Азиатско-Тихоокеанского региона, специализирующееся на судах прогулочного, коммерческого и специального назначения. Мы осуществляем полный цикл проектирования малых и высокоскоростных судов из композитных материалов и алюминия, от первых дизайнерских эскизов до компьютерного раскрытия корпуса и спецификаций оборудования. На сегодняшний день, нами реализовано около 60 проектов судов длиной от 3 до 30м, построенных и эксплуатирующихся в странах Азии, Европы, Африки, Австралии и Океании. Накопленный большой опыт создания судов катамаранного типа, составляющих около 50% от общего количества разрабатываемых нами проектов. Оригинальные и инновационные подходы, проводимые нами исследования и опыт работы в различных регионах мира позволяют нам создавать проекты современных и эффективных судов по самым высоким стандартам.

Certified by: Members of:

Темпы модернизации судостроительного производства недостаточны для решения актуальных задач национальной морской политики. Продолжается старение отечественного транспортного морского флота, в результате чего российских операторов вытесняют с рынков экспортных перевозок. Недостаточно активно ведется проектирование и строительство морских сооружений, транспортных и специальных судов для освоения месторождений углеводородного сырья на российском Арктическом шельфе. Неудовлетворительно обновляется рыбопромысловый флот страны. Для ускорения темпов развития отечественного судостроения и вывода его на новый качественный уровень в соответствии с утвержденной приказом Минпромэнерго России «Стратегией развития судостроительной промышленности на период до 2020 г. и на дальнейшую перспективу» требуется модернизация подходов к проектированию и строительству объектов морской техники. Причем реализация настоящей стратегии должна обеспечить вклад судостроительной промышленности в решение ряда приоритетных общенациональных и народнохозяйственных задач современного этапа экономического развития России. В их числе:

- повышение обороноспособности страны;
- повышение конкурентоспособности и качества продукции судостроения, расширение высокотехнологического экспорта наукоемкой продукции;
- ликвидация критического научно-технического отставания от промышленно развитых стран мира; обеспечение необходимого уровня обновляемости основных фондов предприятий; повышение инновационной активности предприятий отрасли;
- формирование рыночно-ориентированных бизнес-структур нового поколения на основе развития взаимодействия государства и частного бизнеса (государственно-частного партнерства);
- сохранение и расширение рабочих мест; повышение оплаты и производительности труда;
- увеличение вклада судостроения в прирост ВВП за счет роста промышленного производства в отрасли не менее чем в 2 раза за 10 лет.

В рамках этой стратегии ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта» при взаимодействии с ЗАО «Концерн Морфлот» разработал систему формирования помещений в общей концепции судостроения при оснащении судов и морских объектов.

Одной из основных задач при достройке объекта морской техники наря-

СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ В ОБЩЕЙ КОНЦЕПЦИИ СУДОСТРОЕНИЯ ПРИ ОСНАЩЕНИИ СУДОВ И МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ

В.М. Левшаков, канд. техн. наук, директор НТФ «Судотехнология»,
А.Г. Филимонов, зам. генерального директора ООО «Мюльхан Морфлот»,
 аспирант СПбГМТУ,
 контакт. тел. (812) 335 7965

ду с монтажом главного и вспомогательного оборудования силовой установки, а также другими производственно-тех-

целевые зоны, а также для обеспечения пожарозащиты и звукоизоляции на борту.



Рис. 1. Положение системы формирования помещений в судостроении

ническими узлами является внутренняя отделка (рис. 1).

Под системой формирования помещений в дальнейшем понимается применяемая в судостроении модульная система, состоящая из следующих элементов: панельные элементы; профили; двери; специальные конструкции (рис. 2).

Система формирования помещений предназначена преимущественно для: разделения общей структуры судов на отдельные блоки и на отдельные

Компоненты, относящиеся к системе формирования помещений в основном определяются поставщиками системы. Однако компоненты отдельных поставщиков могут различаться между собой некоторыми деталями конструкции, а нередко не могут комбинироваться вообще или только с применением специальных конструкций.

Панельные элементы представляют собой основу системы формирования помещений (рис. 3).



Рис. 2. Основные компоненты системы формирования помещений, которые отнесены к отдельным категориям

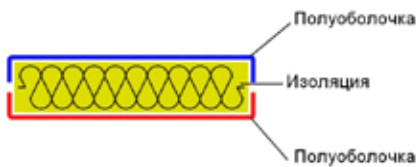


Рис. 3. Принципиальное строение панелей

Последовательно соединяя друг с другом несколько панельных элементов, создают общую конструкцию потолка или стены. Отдельные панели соединяют между собой по стыкам, форма которых соответствует спецификации системы. Стыки панелей, как правило, имеют такую форму, которая обеспечивает геометрическое соединение (рис. 4) как основу для монтажа.

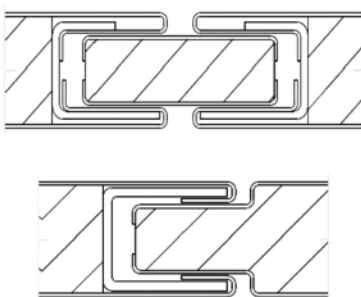


Рис. 4. Стык панелей с (преимущественно) геометрическим соединением

Данный подход к обустройству внутренних помещений позволит значительно сократить время отделки всех помещений объекта морской техники и, как следствие, его стоимость, но для реализации данной концепции требуется учитывать применение подхода модульных кают и типовых отделочных панелей на стадии проектирования (рис. 5).

Внедрение данной концепции подразумевает создание современного



Рис. 5. Вводные данные для процесса проектирования

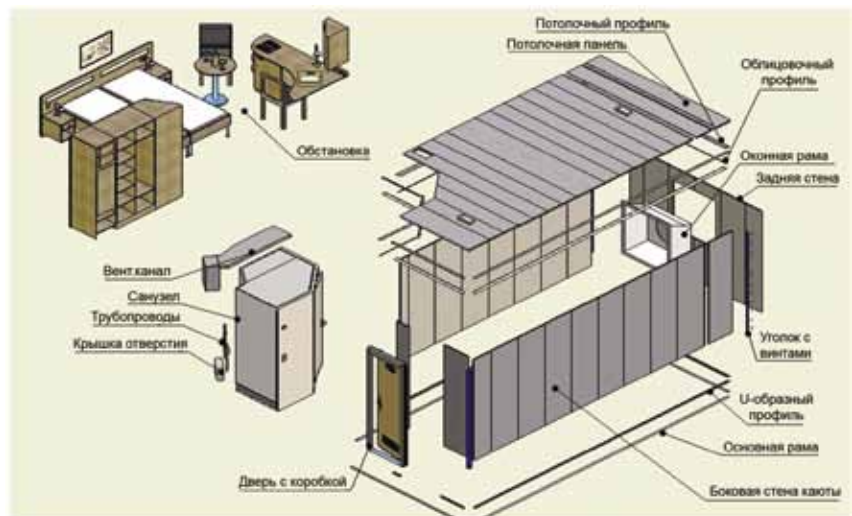


Рис. 6. Системные элементы каюты

производства готовых блок-модульных кают, а также высококачественных типовых панелей и модулей для оперативного монтажа непосредственно на объекте. Результатом внедрения

станет уменьшение стоимости и срока достроечных работ, а также выведение на качественно новый уровень отделки внутренних помещений объектов морской техники (рис. 6). ■

5 апреля 2012 г. указом Президента РФ В.В. Путина был награжден орденом «За заслуги перед Отечеством» III степени Владимир Евгеньевич Юхнин – первый заместитель генерального директора – генеральный конструктор ОАО «Северное проектно-конструкторское бюро», доктор технических наук, профессор, академик Российской и Санкт-Петербургской инженерных академий, Академии истории науки и техники.

Вся трудовая жизнь Владимира Евгеньевича связана с «Северным ПКБ» (тогда оно называлось ЦКБ-53), куда он пришел в 1960 г. сразу после окончания Ленинградского кораблестроительного института на должность конструктора. В 1966 г. он уже ведущий конструктор, а через несколько лет – заместитель главного конструктора, затем главный конструктор Бюро. С 1992 г. вплоть до выхода на пенсию В.Е. Юхнин – бессменный генеральный конструктор этой одной из ведущих проектных судостроительных организаций страны.

По проектам, разработанным под руководством Владимира Евгеньевича и при его участии, построено более 100 крупных боевых кораблей и 15 гражданских судов.

В.Е. Юхнин принимал участие в проектировании, строительстве и испытаниях кораблей пр. 56, 56К, 58 и 61, в создании сторожевого корабля пр. 1135 от эскизного проекта до его сдачи и запуска в серийное производство, а также участвовал в разработке проектов боевых кораблей третьего поколения – тяжелых атомных крейсеров пр. 1144; ракетных крейсеров пр. 1164; больших противолодочных кораблей пр. 1155; эсминцев пр. 956; пограничных сторожевых кораблей пр. 11351; экспортных фрегатов пр. 61ЭМ и ряда других. Будучи председателем Координационного совета, выступал организатором взаимодействия с предприятиями, участвующими в их строительстве, возглавлял разработку и реализацию проекта восстановления крейсера «Аврора».

В 1990–2000 гг. были созданы и сданы военно-морскому флоту тяжелый атомный ракетный крейсер «Петр Великий» и большой противолодочный корабль «Адмирал Чабаненко». Оба эти корабля являются, по существу, головными. Они вобрала в себя все лучшее, что было создано судостроительной промышленностью, а высокие корабельные качества и боевая мощь позволяют считать их кораблями XXI в.

В 2005–2009 гг. разработаны инициативные проекты стоечных судов, отвечающих современным мировым

НАГРАДА КОРАБЕЛУ: ВРУЧЕНИЕ ОРДЕНА «ЗА ЗАСЛУГИ ПЕРЕД ОТЕЧЕСТВОМ» III СТЕПЕНИ ПРОФЕССОРУ В.Е. ЮХНИНУ

ОАО «Северное ПКБ»,
контакт. тел. (812) 494 6932



представлениям о создании нового качества и стиля жизни на воде в условиях дефицита земельной территории, например, концептуальный проект аквапаркинга на 180 автомобилей, являющийся составной частью проекта создания городской инфраструктуры.

За последние пять лет в рамках Федеральной целевой программы «Развитие гражданской морской техники на 2009–2016 годы» были разработаны концептуальные проекты научно-исследовательских судов в интересах Министерства промышленности и торговли и Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. На основе предложенной В.Е. Юхниним методологии системного проектирования определены архитектурные облики новых высокотехнологичных и наукоемких судов для обеспечения экологического мониторинга окружающей среды и разведки месторождений углеводородов на российском Арктическом шельфе. В обозримом будущем аналогичные работы могут занять приоритетное место в портфеле заказов ОАО «Северное ПКБ».

Исходя из перспектив долгосрочного экономического развития России и учитывая, что треть мировых запасов углеводородов находится в российском секторе Арктики, в интересах Федеральной пограничной службы ФСБ Российской Федерации, ее Бе-

реговой охраны В.Е. Юхнин в 2008–2009 гг. предложил и осуществил на практике инициативную концептуальную разработку уникального пограничного сторожевого корабля ледового класса Агс 4 водоизмещением около 4000 т.

Под руководством В.Е. Юхнина и при его непосредственном участии разрабатывалась рабочая конструкторская документация по современному фрегату пр. 22350, осуществлялась координация проектных работ по строительству головного корабля «Адмирал Флота Советского Союза Горшков», его спуску в 2010 г. и достройке. Аналогичные работы выполнялись при создании фрегатов пр. 11356 для отечественного ВМФ и ВМС иностранного заказчика.

Владимир Евгеньевич – автор более 60 научных трудов и изобретений, среди которых – 32 печатные работы, 2 книги, 2 цикла лекций, 12 монографий и 16 изобретений.

В.Е. Юхнин много сил отдавал воспитанию корабельных инженеров, передавая им свои профессиональные знания и опыт. В стенах Бюро успешно работают четыре главных конструктора – его воспитанники и ученики. В 2007–2009 гг. в Бюро организована и функционирует учебная кафедра СПбГМТУ, на которой обучаются студенты – будущие сотрудники ОАО «Северное ПКБ». ■

Настоящая статья посвящена анализу состояния гражданского судостроения по материалам публикаций специалистов в этой области. Тезисно рассмотрим пути его возрождения, сделав акцент на анализе конкурентоспособности этого вида судостроения, в частности, двух его подвидов – механомонтажного и трубообработывающего.

Еще в 2007 г. В.М. Пашин на III съезде НТО судостроителей, говоря о положении судостроительной отрасли, отмечал, что качество судов, определяемое уровнем научно-технических достижений, в России низкое; финансирование российского судостроения почти в 15 раз ниже, чем за рубежом, и оно неконкурентоспособно; практически отсутствует система сертификации судов и изделий машиностроения; гражданское судостроение недостаточно финансируется через федеральные целевые программы, а 90% судов строятся на зарубежных верфях.

Главный эксперт Межведомственного аналитического центра Ю.А. Другов обратил внимание на полное отсутствие отечественного судового оборудования, что свидетельствует об упадке собственного машиностроения. Средства технического оснащения на заводах и верфях морально и физически устарели; модульно-агрегатный метод проектирования и строительства судов не применяется, в том числе из-за отсутствия многоотгонного кранового оборудования; профессиональных рабочих практически не осталось.

Очень высоки накладные расходы (600 – 700%!) из-за перенасыщения руководящих работников и ИТР, увлекающихся компьютерными работами. Стоимость судов высокая, а удельная трудоемкость в 3 – 3,5 раза выше, чем за рубежом. Внедрение новой техники и технологии происходит годами (иногда десятилетиями). Сроки постройки судов в 2 – 2,5 раза выше, чем на зарубежных верфях.

В декабре 2011 г. на Президиуме НТС Российского Морского Регистра судоходства выступающие отмечали, что 33% судов устарели, требуются методики, позволяющие продлевать сроки эксплуатации до 30 лет и более; суда строятся в основном для нефтяной, химической и газовой промышленности.

Недостаточное внимание уделяется качеству изготовления, монтажа и эксплуатации судового оборудования (дейдвудные подшипники, валопровод, гребной винт и др.).

ПУТИ ВОЗРОЖДЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ГРАЖДАНСКОГО СУДОСТРОЕНИЯ

*Б.А. Горелик, д-р техн. наук, проф. СПбГМТУ,
контакт. тел. (812) 713 8405*

Высок уровень загрязненности судами окружающей среды парниковыми газами, балластными водами и т.п. При проектировании и строительстве судов мало уделяется внимания формализованной оценке безопасности.

Отмечалось, что отраслевой науке не уделяется должного внимания со стороны руководства отрасли; штаты отдельных отраслевых НИИ раздуты, они медлительны в работе, неповоротливы, а стоимость их разработок неоправданно высока; передача научных разработок в вузы из отраслевых НИИ требует дополнительного анализа.

К сожалению, в этих аналитических материалах, как и во многих других, отсутствует информация: о состоянии и перспективах возрождения рыбопромыслового флота; возобновлении подготовки рабочих в ПТУ; не рассматривается проблема утилизации судов гражданского назначения; не уделяется достаточного внимания системе «образование–производство–наука».

В итоге вырисовываются следующие пути возрождения отечественного гражданского судостроения, а именно, необходимо:

- целевое финансирование гражданского судостроения, практическая поддержка и протекционистская политика государства по отношению к нему;

- основной акцент перенести на строительство судов для внутреннего пользования с последующим переходом их строительства для зарубежных стран;

- основные усилия приложить к строительству судов рыбопромыслового флота;

- планировать постройку серии судов того или иного класса, назначения и водоизмещения, что снижает сроки и стоимость их строительства;

- создать систему выполнения ремонта судов на судостроительных заводах и верфях, где они были построены;

- перенести агентство (министерство) по судостроению из Москвы в Санкт-Петербург, так как большинство ЦКБ, ПКБ, КБ, НИИ, Российский Морской Регистр судоходства и другие организации, работающие на судоходство, расположены в Санкт-

Петербурге;

- возродить практику создания отечественного судового оборудования на отечественных предприятиях на основе импортозамещения с обеспечением его конкурентоспособности;

- сертифицировать оборудование подвергать с получением сертификата о типовом одобрении как отечественного, так и зарубежного образца;
- интенсивно управлять системой качества судов и судостроительной продукции на базе стандартов ИСО серии 9000;

- как исключение закупать импортные автоматизированные, универсальные и высокопроизводительные средства технологического оснащения и судовое оборудование только на лицензионной основе с целью экономически обоснованного их воспроизводства;

- организовать в Северо-Западном регионе предприятие по выпуску высокопроизводительного подъемно-транспортного оборудования – кранов (грузоподъемностью 1500 т и более), обеспечивающих практическую реализацию модульно-агрегатного метода постройки судов;

- резко снизить сроки выполнения НИОКР, инновационных разработок, обеспечить их быстрое внедрение в производство;

- с целью повышения и пополнения предприятий судостроения высококвалифицированными рабочими и ИТР возродить ПТУ (при заводах и верфях) и институт повышения квалификации, повысить уровень образования в колледжах, вузах и других учебных заведениях, оснастить эти учебные заведения списываемым из-за перенасыщения машиностроительным оборудованием, применяемым при строительстве судов;

- возродить политику обучения студентов на первом курсе, совмещающих работу на заводе или верфи с обучением в вузе, колледже;

- организовать практику утилизации судов гражданского назначения.

В заключение хочется отметить один постулат, придерживаясь которого при строительстве судов, можно снять большинство проблем, а именно: «суда надо не строить, а собирать». ■

В марте 2013 г. исполнились 20 лет производственному предприятию ОАО «Новая ЭРА». Двадцать лет для компании – это не только время подведения итогов, оценки своей работы и достижений, но и планов на будущее. Юбилей компании – праздник каждого подразделения, каждого сотрудника, которые внесли свой вклад в развитие предприятия.

Компания уверенно развивается, активно работает на многих рынках, разрабатывая и поставляя оборудование и системы для объектов судостроения, в том числе для нужд Военно-Морского Флота России, энергетики, нефтегазового комплекса, атомной промышленности, жилищно-коммунального хозяйства. В планах – расширение присутствия в регионах, участие в реализации долгосрочных программ развития российского судостроения, наращивание научного потенциала в области разработки электрооборудования для объектов, работающих на шельфе.

В своей деятельности предприятие ОАО «Новая ЭРА» уделяет основное внимание прежде всего повышению надежности, безопасности и качества разрабатываемого и изготовляемого оборудования, масштабы и комплексности реализуемых компаний проектов, нацеленности на применение инноваций в разрабатываемом оборудовании. Достигать этих целей позволяют опытные специалисты, компетентные в области инжиниринга и производства электротехнического оборудования и систем.

Корни создания предприятия уходят в довоенные годы. Ленинградское государственное предприятие «ЭРА», организованное на базе небольших монтажных групп национализированной компании Гейслера, было учреждено приказом ВСНХ СССР в 1922 г. в качестве Проектно-монтажной части Петроградского электромашиностроительного треста. В его задачи входило выполнение работ по монтажу электро- и радиооборудования на ремонтируемых кораблях и фортах Балтийского флота. Позднее предприятие вошло в состав сначала Наркомата, а затем и Министерства судостроительной промышленности СССР и выполняло электромонтажные работы на кораблях и судах, строящихся и ремонтируемых на верфях Северо-Западного региона страны.

В послевоенные годы было организовано электромеханическое производство ленинградского предприятия «ЭРА», которое изготовляло судовое оборудование для судов всех классов и типов, от траулеров и лесовозов до атомных ледоколов, ракетных крейсеров и подводных лодок, строящихся и ремонтирующихся на верфях Северо-

ОАО «НОВАЯ ЭРА» - 20 ЛЕТ

*Р.А. Урусов, генеральный директор ОАО «Новая ЭРА»,
контакт. тел. (812) 610 0240, 740 5053*

Запада. В период шестидесятых–семидесятых годов XX в. предприятие участвовало в строительстве спасательных судов, портовых ледоколов для ВМФ, ракетных катеров, эскадренных миноносцев, БПК, тральщиков и пр. В эти же годы строились дизельные подводные лодки различных серий для ВМФ СССР и на экспорт. Главным достижением в семидесятые–девяностые годы стало создание атомных подводных лодок (АПЛ) пр. 671 и его модификаций.

Предприятие участвовало в строительстве тяжелых атомных крейсеров пр. 1144, десантных кораблей на воздушной подушке «Зубр», подводной лодки нового поколения «Лада», в строительстве эсминцев для КНР, фрегатов для Индии, заказов для Кубы, Греции, Вьетнама и пр.

ОАО «Новая ЭРА» зарегистрировано как самостоятельное предприятие 5 марта 1993 г. Создано в 1993 г. на базе электромеханического производства Ленинградского государственного предприятия «ЭРА».

После акционирования «Новая ЭРА» сохранила электротехнический профиль своей работы и значительно расширила область применения своей продукции и услуг. Несмотря на стремление сохранить объемы производства судового электрооборудования, выпуск его сократился по сравнению с доперестроечным периодом, что объяснялось резким снижением объемов производства судостроительной отрасли. Для восполнения потерь компании пришлось искать новые рынки сбыта своей продукции, разрабатывать и осваивать в производстве новые конкурентоспособные и востребованные виды продукции и услуг. Предприятие про-

вело технологическое переоснащения в соответствии с запросами заказчиков и потенциальных потребителей и их требованиями к качеству продукции, цене и срокам поставки. В 1999 г. была закончена коренная реконструкция производственных мощностей, существовавших на момент регистрации предприятия, а в 2000 г. в основном завершено строительство новых, современно оснащенных участков, созданы комфортные условия труда для рабочих и служащих.

В составе предприятия появились управление проектирования и разработки продукции, оснащенное компьютерными средствами, способное выполнять научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, а также подразделение, выполняющее работы по монтажу оборудования и проведению пусконаладочных работ на объектах заказчика.

За последние десять лет предприятие значительно расширило сферу своей деятельности, выполнило ряд ответственных и уникальных проектов в энергетике, атомной, нефтегазовой промышленности, коммунальном хозяйстве.

На сегодняшний день ОАО «Новая ЭРА» обладает всеми необходимыми ресурсами и компетенциями для реализации намеченных и утвержденных акционерами планов развития компании. Предприятие постоянно развивается, расширяя круг своих партнеров и заказчиков, осваивает новые рынки, становясь лучше и сильнее.

ОАО «Новая ЭРА» с уверенностью смотрит в будущее, не забывая при этом и о социальной ответственности перед своими сотрудниками и нашими заказчиками. ■



История отечественного размагничивания кораблей как одной из серьезнейших задач оборонного значения началась в июне 1941 г., когда на минах с неконтактными магнитными взрывателями в устье Финского залива подорвались эсминец «Гневный» и крейсер «Максим Горький». Как известно, магнитное поле, создаваемое ферромагнитными массами кораблей и судов, служит отличным классификационным признаком, инициирующим срабатывание неконтактной мины в непосредственной близости от корпуса, что, таким образом, приводит к нанесению максимального ущерба. Тогда эта задача была блестяще решена нашими выдающимися учеными-физиками А.П. Александровым и И.В. Курчатовым. На всех флотах Советского Союза организовали бригады по установке на корабли специальных размагничивающих устройств, и уже к августу 1941 г. основной состав боевых кораблей такими устройствами был оснащен. По мнению историков флота, это позволило сохранить сотни кораблей и десятки тысяч человеческих жизней.

С тех пор прошло уже более 60 лет, на протяжении которых системы компенсации корабельных магнитных полей непрерывно совершенствовались, и, стоит отметить, что специалисты ОАО «НПФ «Меридиан» внесли в это дело значительный вклад. Предприятие работает на поприще создания систем размагничивания более полувека, разработало несколько поколений аппаратуры. Но не будем здесь вспоминать славные времена, ставшие достоянием истории, а поговорим о современности и о грядущих перспективах, тем более что задача защиты кораблей от поражающего воздействия минного оружия как в условиях крупных вооруженных столкновений, так и в результате локальных террористических актов, остается до сих пор актуальной.

Самой удачной разработкой предприятия, выполненной в конце 70-х гг. XX в. и установленной на подавляющем большинстве проектов кораблей

НОВЫЙ ВЕК СИСТЕМ РАЗМАГНИЧИВАНИЯ

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АППАРАТУРЫ ДЛЯ СИСТЕМ КОМПЕНСАЦИИ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ КОРАБЕЛЬНЫХ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ РАЗРАБОТКИ И ПРОИЗВОДСТВА ОАО «НПФ «МЕРИДИАН»

**Б.Ю. Семенов, начальник сектора ОАО «НПФ «Меридиан»,
контакт. тел. (812) 602 0375, доб. 134**

отечественного флота и поныне не снятой с производства, является аппаратура «КАДМИЙ-Р» (рис. 1), которая по праву может считаться «легендарной» благодаря высокой степени унификации приборного состава, что позволяет устанавливать ее и на малые десантные катера, и на авианосцы.

Вызов, продиктованный грядущими задачами XXI в., стал отправной точкой для анализа недостатков аппаратуры «КАДМИЙ-Р», среди которых были отмечены и существенные:

- аппаратура представляет собой комплекс приборов управления и не содержит в своем составе статические преобразователи, щиты размагничивающих устройств, соединительные коробки, что заставляет проектантов привлекать к созданию систем размагничивания большое количество предприятий;

- в резервном режиме работы имеет только аналоговые интерфейсы связи с корабельными навигационными комплексами (НК) и не может сопрягаться с современными НК, построенными на основе микропроцессорной техники;

- предназначена для управления вращающимися источниками тока – электромашинными усилителями преимущественно типа АТП-РН, серийное производство которых утрачено в начале 90-х гг. XX в.;

- не имеет в своем составе статических преобразователей тока необходимой мощности, которыми в соответствии с общемировыми тенденциями развития силовой преобразовательной

техники должны оснащаться вновь проектируемые корабли;

- время восстановления работоспособного состояния значительно, что связано с выходом из строя вращающихся электромашинных агрегатов, уровень шума, создаваемый вращающимися преобразователями высокий, отсутствует система ранней диагностики неисправностей вращающихся преобразователей.

Аппаратура нового поколения, разработанная и поставляемая НПФ «Меридиан» под индексом АМК-51 (рис. 2) для внутренних и экспортных заказов, соответствует современным требованиям благодаря внедрению следующих технических решений:

- сокращен до минимального приборный состав, осуществлено агрегирование аппаратуры управления, автоматического переключателя основной и резервной сетей, средств подачи питания и защиты статических преобразователей, централизована панель управления включением/отключением и сигнализации о неисправности;

- разработаны в блочно-модульном исполнении унифицированные интерфейсы сопряжения с навигационным комплексом как в аналоговом виде, так и в цифровом виде с интерфейсами типа RS-422 (485) и «Манчестер-2», комплектация интерфейсным модулем осуществляется при заказе;

- разработана аппаратура управления на основе программируемых микроконтроллеров в унифицированном блочно-модульном исполнении, обеспечивающем высокую ремонтпригодность и оперативное восстановление работоспособного состояния;

- включены в поставку управляемые статические преобразователи электроэнергии, соединительные коробки;

- реализовано щитовое секционное исполнение, позволяющее обходиться минимальной номенклатурой кабельных трасс и минимальными межщитовыми электрическими связями;

- реализована идеология комплексной поставки на основе унифицированных секций щита и приборов, позволяющая сократить трудозатраты по размещению приборов и секций щита на заказе, а также обеспечить работу с одним поставщиком оборудования.

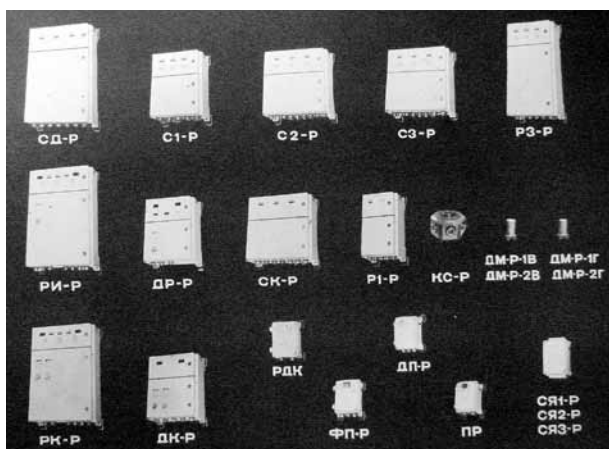


Рис. 1. Аппаратура компенсации магнитных полей «КАДМИЙ-Р»

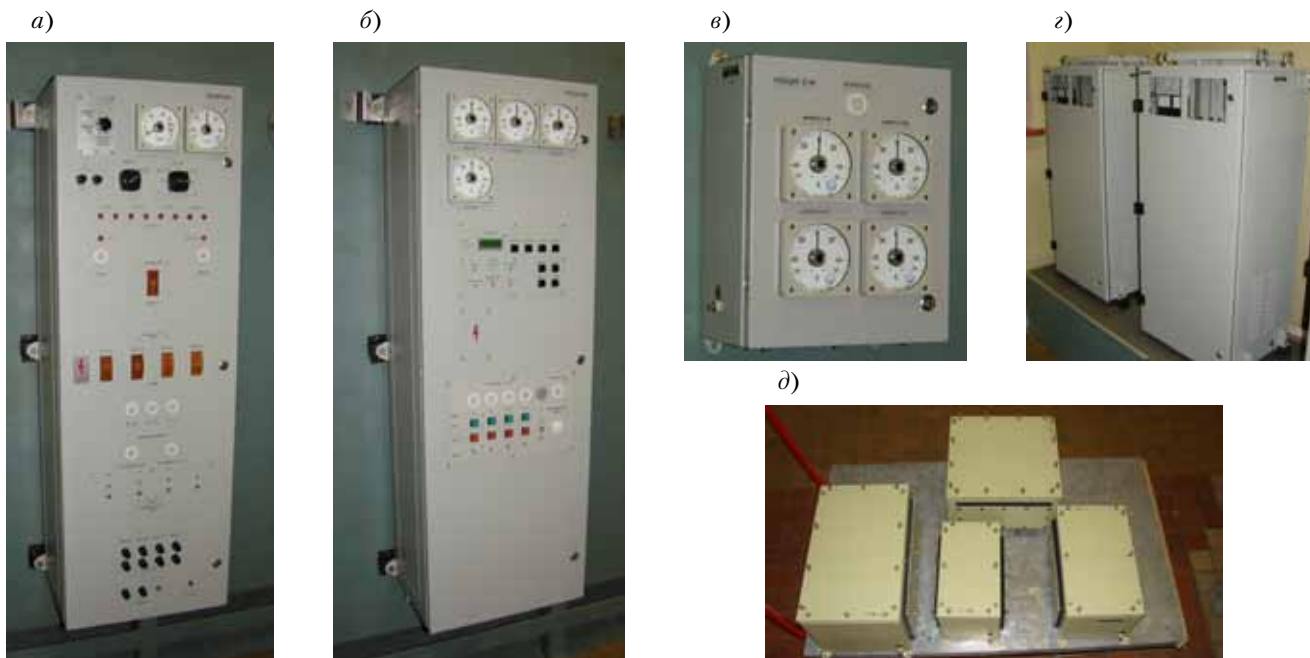


Рис. 2. Основной приборный состав аппаратуры АМК-51: а – секция первичного питания типа SD (ППР); б – секция управления и коммутации типа CD (УКИ); в – секция дистанционного контроля токов типа ID (КЩ) г – статические регуляторы тока мощностью 4, 8, 12 кВт типа PU (СРТ); д – коробки ДУ типа DB

Секция первичного питания типа SD (ППР) разработана в щитовом исполнении навесного типа. На лицевой панели расположены элементы сигнализации о подаче первичного питания 3×380 В, 50 Гц, автоматические выключатели подачи питания на статические преобразователи тока типа PU (СРТ), автоматические выключатели подачи питания собственных нужд, щитовой мегометр проверки сопротивления изоляции обмоток ДУ. Подключение кабельных трасс осуществляется посредством клеммных плат.

Секция управления и сигнализации типа CD (УКИ) также разработана в навесном щитовом исполнении. Центральное место на лицевой панели занимает конструктивный модуль типа «крейт» аппаратуры управления, выполняющий функцию сопряжения с навигационным комплексом, обработки исходных данных, выдачи управляющих сигналов и задания режимов работы, оснащенный буквенно-цифровым индикатором. В верхней части секции расположены щитовые приборы контроля токов и напряжений обмоток ДУ стрелочного или цифрового типа. В нижней части лицевой панели секции скомпонованы органы управления статическими преобразователями тока, органы сигнализации об их включении и о неисправности, а также органы коммутации обмоток ДУ, обеспечивающие функцию ввода резервной структуры подачи тока в обмотки ДУ. В составе секции имеется узел звуковой сигнализации о неисправности.

Секция дистанционного контроля токов типа ID (КЩ) поставляется в навесном исполнении. Это – традиционная

составная часть систем ДУ и содержит в своем составе дистанционные амперметры стрелочного или цифрового типа.

Статические регуляторы тока типа PU (СРТ) с номинальной выходной мощностью из ряда 4, 8, 12 кВт разработаны в стоечном исполнении. В верхней части статических преобразователей расположен конструктивный модуль типа «крейт» со съемными модулями управления преобразователем. Центральное место занимает силовой преобразовательный блок. В нижней части расположены элементы силовой схемы и коммутационные клеммные платы. Управление преобразователем может осуществляться как с местного поста, так и дистанционно – от секции SD (УКИ).

Состав дополнительного оборудования:

- трехфазный трансформатор гальванической развязки первичной питающей сети 3×380 В, 50 Гц типа ТСЗМ, поставляемый в комплекте изделия;
- коробки ДУ типа DB, поставляемые по отдельным техническим условиям;
- источники локального магнитного поля (компенсаторы) типа КЭМ с номинальными магнитными моментами 1000, 500 и 250 Ам², поставляемые по отдельным техническим условиям.

Аппаратура АМК-51 в настоящее время установлена на кораблях отечественных и зарубежных флотов, в частности, пр. 20380, 12418, 11661, 21630, 21631, ТП-400.

Жизнь на стоит на месте, и НПФ «Меридиан» постоянно работает над совершенствованием аппаратуры АМК-51 в соответствии с требованиями конкретного заказчика. Эта тенденция хорошо

видна из ретроспективы поставок изделия на конкретные заказы. Первые три комплекта аппаратуры нового поколения АМК-51 были поставлены на заказы пр. 20380 и пр. 12418 в 2006 и 2007 гг. Внешний вид статических преобразователей типа PU (СРТ) первого поколения приведен на рис. 3.



Рис. 3. Статический преобразователь типа PU (СРТ) первого поколения

В дальнейшем, учитывая опыт проектирования заказов и эксплуатации приборов, предприятие провело первую модернизацию аппаратуры АМК-51, в результате которой, в частности, высоту статических регуляторов тока удалось уменьшить на 300 мм, уменьшить количество сменных единиц, перейти на современную элементную базу при сохранении тактико-технических параметров изделия. Внешний вид приборов PU (СРТ) второго поколения, поставляющихся в настоящее время, показан на рис. 4.



Рис. 4. Статический преобразователь PU (СРТ) второго поколения

В целях обновления продуктового ряда изделий предприятия, использования передовых мировых достижений в области электронной техники, специалисты НПФ «Меридиан» выполнили очередной этап модернизации изделия АМК-51, результатом которой стала разработка универсального комплекса приборов и оборудования, пригодного для установки на любые классы кораблей. Также были использованы принципиально новые компоновочные решения, учтена статистика эксплуатационных отказов. В результате этой работы выяснилось, что габариты прибора PU (СРТ) можно уменьшить еще в 1,5 раза, а внутренний объем – в 2 раза, применив принцип компоновки типа «монтажная плата» (рис. 5).

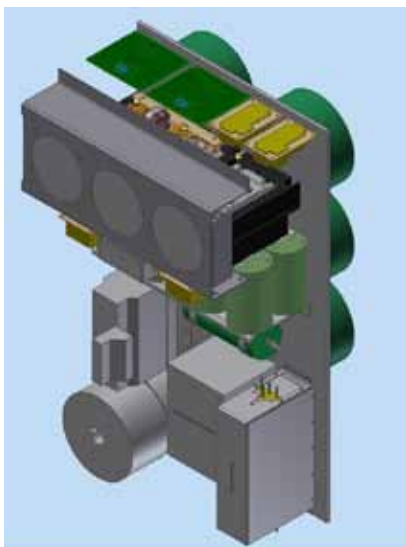


Рис. 5. Компоновка типа «монтажная плата» для приборов типа PU (СРТ)

Основным несущим элементом прибора PU (СРТ) в данном случае выступает монтажная плата, на которую устанавливаются основные составляющие прибора. Схема охлаждения силовых элементов построена таким образом, что обеспечивает забор воздуха с лицевой панели и его выброс через боковые стен-

ки. Кроме этого, разработчики отказались от «этажа», который занимал крейт типа «Евромеханика» типоразмера 4U и установили платы схемы управления на лицевую откидывающуюся фальшпанель прибора с тыльной стороны. Внешний вид третьего поколения приборов PU (СРТ) получился таким, как показано на рис. 6.



Рис. 6. Статический преобразователь PU (СРТ) третьего поколения

Перспективные тенденции обеспечения жизненного цикла изделий электронной техники требуют сокращения затрат не только на проектирование и производство, но также и на эксплуатацию – вплоть до момента утилизации отслужившего свой срок изделия. Анализ цепочки «проектирование–производство–эксплуатация», а также требования потребителей аппаратуры размагничивания, заключающиеся в необходимости наличия приборов с большим диапазоном выходных мощностей (от 0,5 до 100 кВт), позволил НПФ «Меридиан» разработать прогрессивную технологию формирования типового ряда статических регуляторов тока на основе унифицированных ячеек мощностью 1 кВт и их параллельной работы. Таким образом, удалось сократить не только номенклатуру составных частей, что удобно для производства, а значит, и для сокращения издержек производства известными методами, но также для эксплуатации. Высокая взаимозаменяемость унифицированных составных частей позволяет обеспечить не только скорейшую их доставку для ремонта, но также осуществить практически мгновенный ремонт путем замены одной или нескольких однотипных ячеек (рис. 7). Разработаны приборы с номинальными мощностями из ряда 0,5; 1; 2; 4; 8; 12; 20 кВт, ведется работа по исполнению аппаратуры с номинальной мощностью 24; 30; 50; 100 кВт.

Сегодня проектанты кораблей надводного и подводного типа проявляют устойчивый интерес к созданию систем размагничивания с посекционным питанием обмоток – так называемых «секционированных систем ДУ» (ССДУ). В настоящее время накоплен первый практический опыт применения ССДУ



Рис. 7. Прибор УСРТ-8 мощностью 8 кВт, построенный на основе унифицированных ячеек мощностью 1 кВт

на заказах отечественного флота, который показывает, что такая система, построенная на основе одноканальных статических регуляторов тока, получается громоздкой, дорогостоящей и крайне неудобной для размещения при ее несомненных преимуществах перед общекорабельной системой ДУ в части качества компенсации, диагностики и надежности функционирования. В результате проектанты сформулировали задачу создания многоканальных статических регуляторов тока (отсечных приборов), объединяющих несколько одиночных статических преобразователей.

НПФ «Меридиан» ведет работы и в области создания перспективной системы ССДУ. На основе опыта, полученного при разработке типового ряда унифицированных приборов УСРТ с «ячейковой» структурой, прорабатывается схемотехническое и конструктивное построение отсечного прибора ОП в 6-канальном исполнении с номинальной выходной мощностью каждого канала 2 кВт (рис. 8). Приборы ОП предполагается оснащать цифровым интерфейсом связи с ядром системы ССДУ.

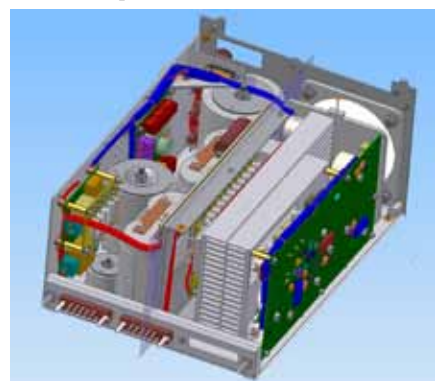


Рис. 8. Компоновка канала отсечного прибора мощностью 2 кВт

ОАО «НПФ «Меридиан» идет в ногу со временем и готово предложить заказчику самые современные технические решения, залогом успеха которых является многолетний опыт. ■

Анная статья подготовлена на основании оценки результатов испытаний совмещенного гидролокатора секторного обзора и многолучевого эхолота «SeaBat 7125(28) Combo» (далее по тексту – МЛЭ) производства «Reson A/S» (Дания).

Целью проводимых испытания было установление возможности использования данного оборудования для решения следующих задач:

- поиск донных и якорных мин;
- обнаружение боевых пловцов;
- поиск установленных на подводную часть судна взрывных устройств.

Оборудование испытывалось на жестконадувной лодке БЛ-680 и противодиверсионном катере (ПДРКа) пр. 21980. Работу МЛЭ обеспечивало следующее оборудование:

- система позиционирования «Arplanix» (пр-во Франция);
- мобильный крепежный комплект;
- автономная система электропитания (для БЛ-680).

Испытания проводились на акватории Купеческой гавани, г. Кронштадт.

Гидрометеосостояние в районе испытаний:

Температура воздуха, °С От –1 до +2
 Температура воды, °С +2
 Скорость ветра, м/с 6–8
 Волнение, баллы До 1

На установку оборудования на борту БЛ-680 (наиболее трудоемкая процедура) потребовалось около 30 минут при одновременной работе расчета из трех человек (рис. 1, 2).



Рис. 1. Установка комплекта оборудования на борту БЛ-680

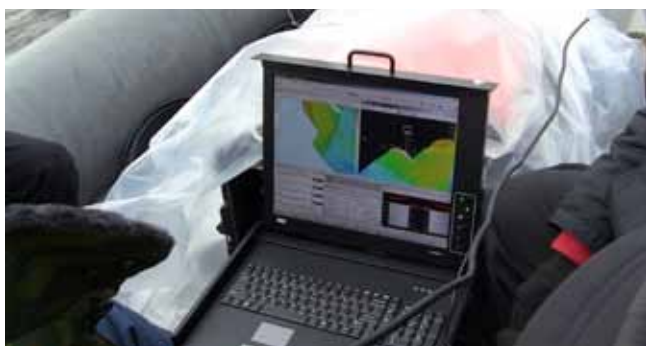


Рис. 2. Рабочее место оператора

Для определения максимальной поисковой скорости выполнялись контрольные галсы на скоростях от 1,5 до 6 уз с дискретностью 0,5 уз, при этом оценивались:

- устойчивость работы оборудования;
- качество и распознаваемость гидролокаторного изображения;
- отсутствие смазанных элементов изображения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВМЕЩЕННОГО ГИДРОЛОКАТОРА СЕКТОРНОГО ОБЗОРА И МНОГОЛУЧЕВОГО ЭХОЛОТА ДЛЯ НУЖД ОХРАНЫ ВОДНОГО РАЙОНА

Р.А. Андреев, канд. воен. наук, зам. директора департамента,
А.С. Шиянов, ст. инженер,
Ю.А. Богачев, начальник сектора разработки ПО,
А.О. Попко, зам. директора департамента,
 ЗАО «Морские навигационные системы»,
 контакт. тел. (812) 320 3840

Полученные значения скоростей

Максимальная скорость носителя, при которой возможен поиск (в условиях проведения сравнительных испытаний), уз 6
 Оптимальная поисковая скорость, уз 1,5–2

В ходе определения оптимальной поисковой скорости проводилась рекогносцировка района с целью выявления типа грунта и ложных целей: автомобильных шин, каменных и бетонных блоков, брошенных якорей и т.д.

В районе поиска были установлены две цели, имитирующие донную мину и якорную мину, размещенную в придонном положении – на короткой стропке (рис. 3).



Рис. 3. Имитаторы донной и якорной мин

Результаты поиска имитатора мины показаны в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Поиск мины на борту БЛ-680

Показатель	Режим – впередсмотрящий гидролокатор	Режим – многолучевой эхолот
Время решения поисковой задачи с учетом особенностей района поиска (обнаружение, классификация, выдача координат имитаторов донной и придонной мин), часы	2	4
Количество выданных координат	8	4
Ложные отметки	7	3

Таблица 2

Поиск мины на борту ПДРКа пр. 21980

Показатель	Режим – впередсмотрящий гидролокатор	Штатное средство ПДРКа. Режим – ГБО
Время решения поисковой задачи с учетом особенностей района поиска (обнаружение, классификация, выдача координат имитаторов донной и придонной мин), часы (дата)	1 (15.11)	0,5 (14.11) 1 (15.11)
Количество выданных координат	4 (5.11)	1 (14.11) 3-(15.11)
Ложные отметки	3	4

14.11.2012 г. оператором штатного средства в районе поиска обнаружена одна цель, классифицированная им как «мина». Цель обнаружена на дистанции порядка 8–9 м, время поиска составило 30 мин. Цель ложная.

15.11.2012 г. оператором штатного средства в районе поиска обнаружено три цели, классифицированные им как «мины». Цели обнаружены на дистанции порядка 8–9 м, время поиска – 1 час. Все цели ложные.

06.11.2012 г. оператором МЛЭ (в режиме вперёдсмотрящего гидролокатора) выданы координаты восьми целей, одна из которых совпала с координатами выставленного имитатора придонной мины. Цель классифицирована не была. Время поиска в районе размером 250×500 м и анализа результатов составило 4 часа, вероятность правильного обнаружения – 0,125.

06.11.2012 г. оператором МЛЭ (в режиме МЛЭ) выданы координаты четырех целей, одна из которых совпала с координатами выставленного имитатора придонной мины. Время поиска в районе размером 250×500 м и анализа результатов составило 2 часа, вероятность правильного обнаружения – 0,25.

15.11.2012 г. оператором МЛЭ (в режиме вперёдсмотрящего гидролокатора) выданы координаты четырех целей, две из них совпали с координатами выставленных имитаторов донной и придонной мин. Классификации цели была произведена. Время поиска и анализа результатов – более 3 ч, вероятность правильного обнаружения мины – 0,5.

В качестве «заминированного» корабля использовался ТР-92 (длина – 46,5 м, глубина подводной части борта корпуса корабля – 2 м) (рис. 4).



Рис. 4. Судно, аналогичное ТР-92

С левого борта ТР-92 установлены (вывешены) вплотную к корпусу корабля: имитаторы диверсионной мины в виде шаров габаритами $R_{\text{экр.}} = 0,075$ м и 0,05 м на глубине 1,5 м. Для обнаружения имитаторов диверсионных мин и зарядов на подводной части кораблей (судов) использовался МЛЭ. Для осуществления режима поиска антенна МЛЭ была развернута на 20° в вертикальной плоскости с целью обеспечения наилучшего угла освещенности. Поиск имитаторов мин велся путем построения трехмерной модели корпуса судна, на которой предположительно должны визуально выделяться установленные имитаторы.

Испытания показали, что обнаружение диверсионных мин и зарядов на подводной части кораблей (судов) невозможно. Однако характеристики МЛЭ и полученные результаты позволяют предположить, что задача обнаружения диверсионных зарядов и мин на днищевой подводной части кораблей (судов) при определенной доработке

может быть решена. Главным образом эта доработка должна обеспечивать большее заглубление антенны (на 1–1,5 м более осадки судна) и, следовательно, больший наклон антенны ($90-110^\circ$). Возможности доработки по ходу испытаний не было.

Для обнаружения пловца БЛ-680 была ошвартована левым бортом, при этом нос лодки с установленным антенным устройством «Sea Bat 7128» находился у конца пирса. Для проведения испытаний был произведен спуск водолаза на дистанции 20 м по носу БЛ-680 с дальнейшим его движением в толще воды по направлению от лодки до потери контакта и по направлению к лодке до дистанции 15–20 м.

При движении водолаза в толще воды его наблюдали и классифицировали:

- на дистанциях от 20 до 35 м устойчиво;
- на дистанциях от 35 до 50–60 м как движущуюся отметку, периодически отмечались след газовой смеси из дыхательного аппарата, сигнал от гидроакустической системы связи водолаза с сопровождающей его лодкой;
- на дистанции более 60 м отметка водолаза становится малоразличимой на фоне помех и шумов.

Результаты испытаний «Sea Bat 7128» на БЛ-680 показали неэффективность данного гидролокатора для решения задачи обнаружения боевого пловца ввиду малых дальностей обнаружения (порядка 40–50 м), которые в реальных условиях поиска (на ходу носителя БЛ-680) будут еще меньше.

ПДРКА во время работы находился на стопе, ошвартованный правым бортом.

Имитатор пловца буксировался БЛ-680:

– с носовых курсовых углов по направлению к ПДРК с дистанции 200 м до 50 м и с последующим удалением от ПДРК;

– поперек курса ПДРК в дистанции 50 и 100 м по носу.

Штатным средством (режим ВГЛ) в автоматическом режиме обнаружил имитатор подводного пловца на дистанции 120 м, цель вскоре была потеряна и снята с автосопровождения. Предположительно наблюдались кильватерный след лодки, сопровождавшей водолаза, и при снижении ее скорости контакт был потерян.

Повторно эта же цель обнаружена на дистанции 80 м и сопровождалась устойчиво до дистанции 25 м. Возможность выдачи целеуказания (дистанция, пеленг) существует только голосом по данным формуляра цели.

Гидролокатор «Sea Bat 7128» наблюдал цель с дистанции 120 м с потерей контакта на 90–100 м. Предположительно, наблюдался кильватерный след лодки, сопровождавшей водолаза, и при снижении ее скорости контакт был потерян.

Пловец наблюдался на дистанциях меньше 50–60 м.

ВЫВОДЫ

Использование МЛЭ «Sea Bat» перспективно в качестве средства поиска донных мин как компоненты поисковых комплексов.

Использование МЛЭ для решения задач мониторинга подводных частей корпуса судна аналогично по содержанию задаче обследования подводных частей гидротехнических сооружений, что является типовой задачей для данного оборудования (при должной подготовке носителя).

Использование МЛЭ для решения задач охраны водного района от проникновения подводных диверсионных сил и средств возможно при комплексном подходе к оборудованию района, порта, гавани. ■

Реализация установок гарантированного электропитания (УГП) на основе применения реверсивных преобразователей электроэнергии (РПЭ) позволяет значительно повысить эффективность их использования в системах гарантированного электроснабжения (СГЭ), особенно при совместном использовании с ДГУ. Эффективность реализаций комбинированных энергоустановок на базе совместного применения РПЭ и ДГУ достаточно очевидна, что подробно показано в работах [1–3] и не требует принципиальных доказательств. Однако использование РПЭ в составе УГП и СГЭ представляет собой достаточно новую научно-техническую задачу и имеет ряд существенных особенностей. В связи с этим актуальным становится исследование функционирования РПЭ в составе УГП и СГЭ в различных эксплуатационных условиях с целью определения рациональных схемных и технических решений, оптимизации тактико-технических и технико-экономических характеристик. В настоящее время одним из наиболее эффективных методов исследования технических систем является метод математического моделирования. Особенно эффективен данный метод для исследования, проектирования и разработки новых систем и объектов, таких как СГЭ и УГП на базе РПЭ.

В настоящее время разработано достаточное качество методов моделирования и собственно математических моделей комбинированных энергоустановок на базе совместного применения ДГУ и РПЭ, которые могут быть положены в основу данного исследования [3–4]

В работе [4] приведены сведения о математических моделях энергоустановок с РПЭ, ориентированных на применение пакетов прикладных программ для ПЭВМ, в частности, специальных программных продуктов, непосредственно созданных для целей моделирования, таких как пакет программ Simulink.

Данный пакет является приложением программы-оболочки Matlab. Он специально разработан для решения задач в области силовой энергетики и средств управления электроэнергетическими установками (ЭЭУ). Мощной современной программой для математического моделирования и анализа является программа MathCAD.

Ресурсы программы MathCAD позволяют успешно моделировать сложные объекты, описываемые большим числом дифференциальных уравнений. Например, версия программы MathCAD-2003 способна решать системы из 500 дифференциальных уравнений 2-го порядка.

В пакете Simulink один из разделов – Sim Power Systems – посвящен моделированию работы электроэнергетиче-

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ РЕВЕРСИВНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СОСТАВЕ УСТАНОВКИ ГАРАНТИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ АВТОНОМНОГО ОБЪЕКТА

*И.О. Прутчиков, д-р техн. наук, проф. ВИТУ,
В.В. Камлюк, д-р техн. наук, ген. директор ООО «НПО 122 УМР»,
В.И. Михайлов, канд. техн. наук, зам. ген. директора ООО «Звезда-энергетика»,
А.В. Маккавеев, научный сотрудник НИК ВИТУ,
контакт. тел. (812) 646 7290*

ских систем, средств управления ими и моделированию работы отдельных устройств, входящих в электроэнергетические системы. Данный раздел содержит несколько библиотек баз данных отдельных устройств, а также мощную систему отладки и оптимизации моделей.

Таким образом, по сравнению с использованием традиционных методов математического моделирования, основанных на последовательной разработке формализованного математического описания, алгоритма и программы расчета для реализации на ПЭВМ на языках программирования типа «Fortran», «Basic» и т.д., либо в среде визуально ориентированных «программ-оболочек» более высокого уровня на языках «C++», «C++», работающих под управлением операционных систем Windows, Linux и т.п., применение при моделировании раздела Sim Power Systems пакета Simulink программы-оболочки Matlab сообщает процессу моделирования следующие положительные особенности:

- визуализация процессов составления модели (модель создается в виде графической структурированной схемы из отдельных блоков, обозначающих устройства, и связей между блоками). Необходимо заметить, что и в других языках текст программы расчета структурирован и подразумевает составление подпрограмм. Но в пакете Simulink текст программ заложен в описательной части блоков и при самом построении модели не визуализирован. Связи между блоками настраиваются автоматически по заданному сценарию (сценарий связи блоков не указывается разработчиком модели, а принимается и разрабатывается при составлении алгоритма функционирования системы либо устройства);

- модель в готовом виде в окне программы представлена структурной схе-

мой технической системы (например, системы управления);

- профессионально разработанный графический интерфейс вывода результатов моделирования (результаты моделирования выводятся в виде графиков с возможностью автоматического и ручного масштабирования шкал с одновременной записью результатов в файл для последующей аналитической обработки);

- мощная система настройки и оптимизации параметров моделирования, указывающая на несовместимые связи, неверные настройки и различного рода ошибки;

- возможность разработки и отладки управляющей программы с последующим программированием логических контроллеров для управления техническими системами.

Таким образом, данные, приведенные в [4], свидетельствуют о том, что при моделировании РПЭ целесообразно пользоваться разделом Sim Power Systems пакета Simulink программы Matlab.

При этом наиболее актуальными в настоящее время задачами по исследованию функционирования РПЭ в составе УГП и СГЭ методом математического моделирования следует считать:

- сравнительную оценку различных схем, способов и вариантов включения РПЭ в состав УГП;

- определение и оценку динамических характеристик УГП и СГЭ при различных параметрах их структурных элементов: автономного, инвертора, преобразователя постоянного напряжения, накопителя электроэнергии, двигатель-генераторной установки, подсистемы управления и т.п.;

- оценку эффективности алгоритмического и программного обеспечения функционирования УГП на базе РПЭ;

- оценку возможностей по реализации в СГЭС с УГП на базе РПЭ режимов форсировки по активной мощности, компенсации реактивной мощности, аккумулярования и когенерации энергии;
- имитационное моделирование работы РПЭ в составе СГЭС в реальном масштабе времени на различных эксплуатационных режимах;
- расчетные исследования по определению оптимальных параметров и характеристик РПЭ для УГП и СГЭС различного назначения;

Расчетная технологическая схема УГП на базе РПЭ, которая может быть положена в основу разрабатываемой математической модели, представлена на рис. 1.

Как видно из рис. 1, включение РПЭ в схему УГП позволяет реализовать все основные топологии (АБП):

- резервную (off-line), когда в нормальном режиме включены К1, К4, К7, К5, К8, а К2, К3 и К6 отключены;
- непрерывную (on-line), когда в нормальном режиме включены К2, К7, К5, К8, а К1, К3, К4 и К6 отключены.

Кроме этого, способность РПЭ работать параллельно с внешней сетью позволяет реализовать гибридный интерактивный режим, когда в нормальном режиме включены К1, К4, К7, К5, К8, а К2, К6, К3 отключены.

Подключение ДГУ может выполняться как непосредственно на ШГП (показано на рис. 1), так и до К1 на внешний ввод, чтобы обеспечить полную гальваническую развязку потребителей от основной и резервной сетей.

Преобразователь ИПН из схемы может быть исключен, если применяется АБ с высоким напряжением. В этом случае К6 включают, а К7 отключают. В соответствии с разработанной расчетной технологической схемой была разработана структурная схема, положенная в основу разрабатываемой математической модели (рис. 2). Соответствующий принятой структурной схеме алгоритм расчета параметров математической модели УГП представлен на рис. 3. На рис. 4 показано окно приложения Simulink программы Matlab с разработанной структурной схемой математической модели УГП, работающей в составе СГЭС. Модель УГП показана в виде структурно-логического описания блоков и связей входов и выходов блоков. Связи между блоками, отражающие их взаимодействие, показаны стрелками. Сами блоки имеют обобщенное универсальное стандартное математическое описание, однако имеется возможность задания отдельно для каждого блока в своем окне характеристик и параметров элементов. Таким образом могут быть

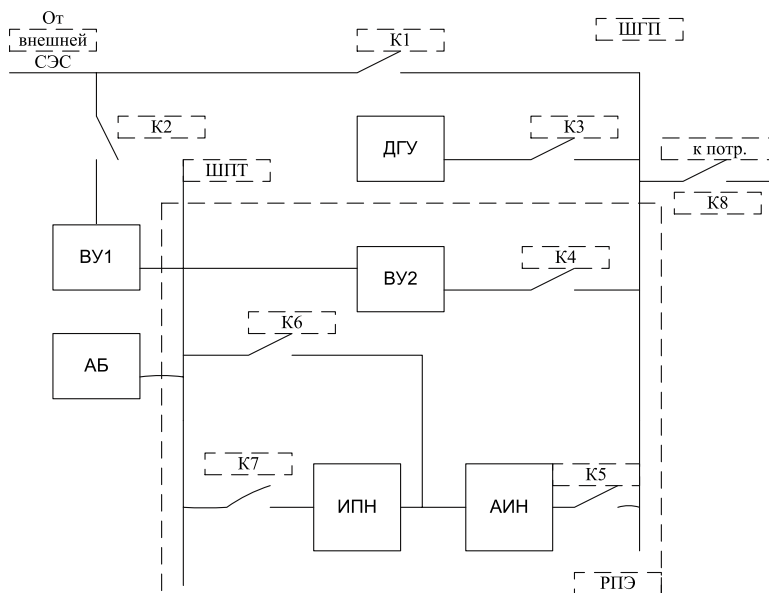


Рис. 1. Расчетная технологическая схема УГП на базе РПЭ

АИН – автономный инвертор напряжения; ИПН – импульсный преобразователь постоянного напряжения; ВУ1 и ВУ2 – выпрямительные устройства; АБ – аккумуляторная батарея; ДГУ – дизель-генераторная установка; ШПТ – шины постоянного тока; ШГП – шины гарантированного электропитания; К1–К7 – коммутационные аппараты

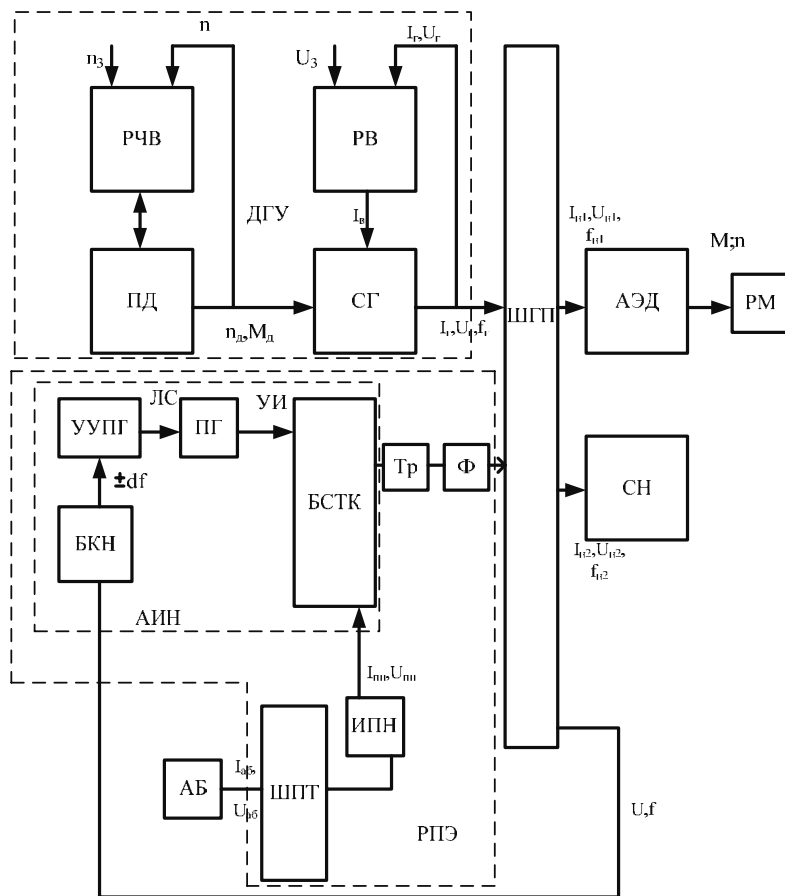


Рис. 2. Структурная схема математической модели УГП на базе совместного применения ДГУ и РПЭ

РЧВ – регулятор частоты вращения дизеля; РВ – регулятор возбуждения; синхронного генератора; ПД – первичный двигатель (дизель); СГ – синхронный генератор; БСТК – блок силовых транзисторных ключей; АЭД – асинхронный электродвигатель; СН – статическая электрическая нагрузка; РМ – рабочий механизм на валу АЭД; УУПГ – устройство управления пульс-генератора; АБ – аккумуляторная батарея; БКН – блок измерения отклонения частоты и напряжения; АИН – автономный инвертор напряжения; Тр – трансформатор; Ф – фильтр; ИПН – импульсный преобразователь напряжения; ШГП – шины гарантированного питания; ШПТ – шины постоянного тока

учтены конкретные условия моделирования.

В отдельном окне задаются параметры и последовательность вычислений, что позволяет при необходимости изменять либо дополнять алгоритм расчета параметров модели. Характеристики цикла расчета автоматически устанавливаются приложением Simulink, а отладка по входам и выходам выполняется после каждого изменения характеристик элементов. Следовательно, реализация разработанных структурной схемы и алгоритма расчета параметров УГП на ПЭВМ позволили в итоге создать ее математическую модель.

Особенностями данной математической модели являются подробное структурное представление автономного инвертора, аккумуляторной батареи и импульсного преобразователя напряжения, учет характеристик статической и динамической нагрузки, возможность моделирования различных вариантов преобразования уровней напряжения, а также применение для расчетов приложения Simulink программы Matlab. Разработанная модель позволяет выполнить широкий комплекс расчетных исследований для оценки эффективности, выбора оптимальных схемных решений и параметров основных элементов УГП. В ходе проведения аналитических исследований методом математического моделирования были выполнены расчеты следующих режимов работы УГП:

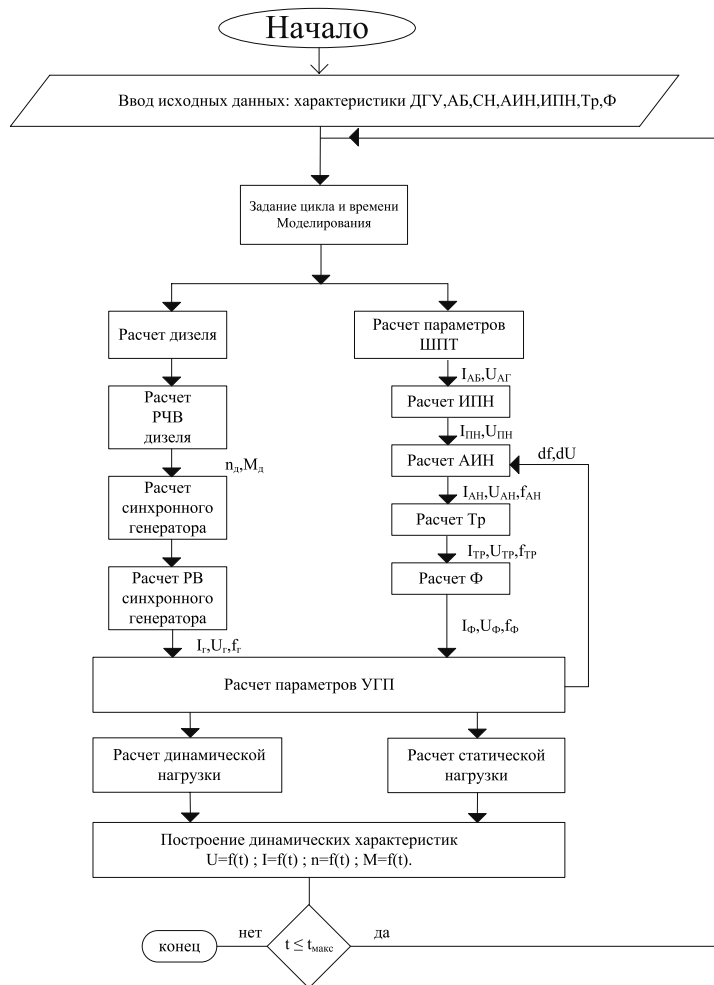


Рис. 3. Алгоритм расчета параметров математической модели УГП

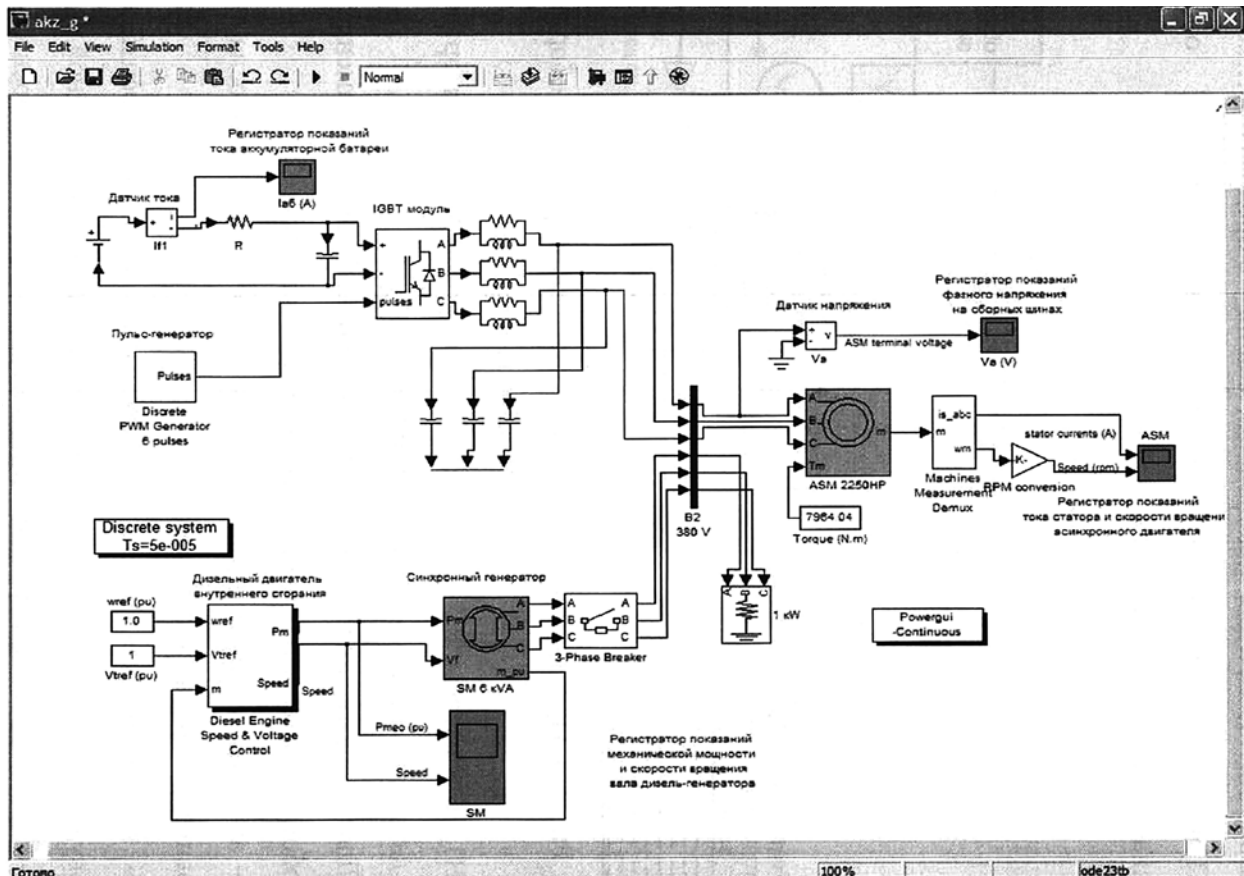


Рис.4. Окно программы MATLAB (приложение Simulink) математической модели УГП

– автономная работа УПП с АБП различной топологии на статическую и динамическую нагрузку;

– работа РПЭ параллельно с ДГУ на статическую и динамическую нагрузку;

– автономная работа РПЭ в составе УПП при различных значениях и вариантах параметров АБ, ИПН, АИН, определяемых начальными условиями.

Расчетные временные характеристики работы РПЭ в составе СГЭС для различных режимов и начальных условий применения представлены на рис. 5.

Представленные характеристики могут быть использованы для анализа оценки эффективности и расчета элементов РПЭ, структурно-параметрической оптимизации СГЭС по условию обеспечения требуемого качества эксплуатационных режимов работы.

Таким образом, разработанная математическая модель УПП на базе совместного применения ДГУ и РПЭ может служить инструментом аналитических исследований, разработки новых схемных и технических решений, оптимизации параметров и режимов использования УПП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прутчиков И.О., Михайлов В.И. и др. Перспективы применения преобразователей частоты в автономных системах энергоснабжения // Энергонадзоринформ.–

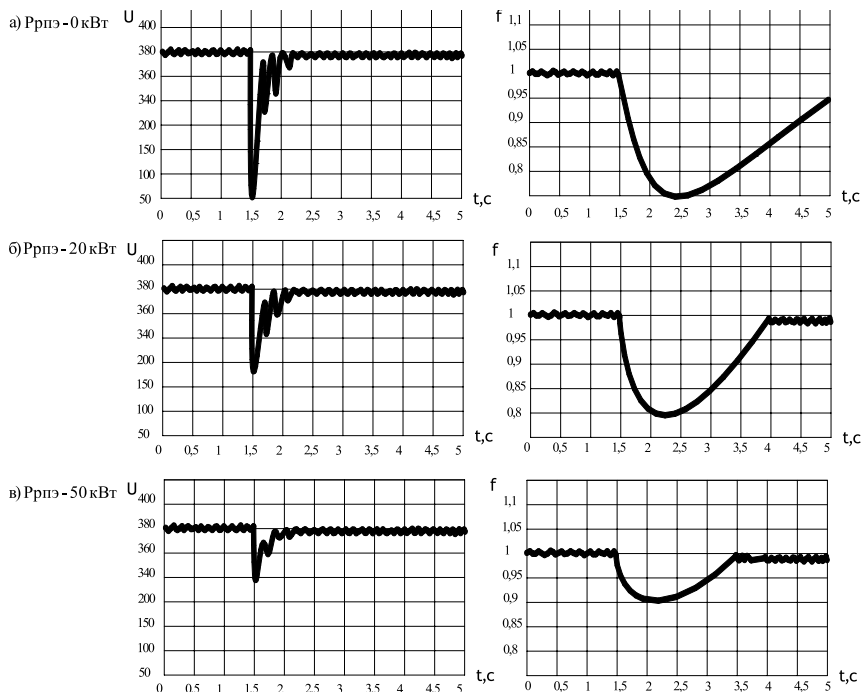


Рис. 5. Расчетные временные характеристики переходного режима в УПП с РГО и ДГУ при набросе динамической нагрузки ($P_{дг} = 100$ кВт, $P_{ад} = 100$ кВт)

2002. – № 3. – С.34–35.
2. Прутчиков И.О., Камлюк В.В. и др. Возможности и перспективы форсировки ДГУ автономных СЭС объектов МО РФ. – М.: Изд. ЦВНИ МО РФ, 2004. – 6 с.
3. Прутчиков И.О., Камлюк В.В. и др. Реверсивный преобразователь энергии для системы гарантированного энергоснабже-

ния мощностью 6 кВт // Отчет по НИР/ ВИТУ, СПб., 2006, 62 с.

4. Прутчиков И.О., Камлюк В.В. и др. Математическое моделирование и расчет систем гарантированного энергоснабжения с реверсивными преобразователями энергии // Отчет по НИР/ ВИТУ.- СПб., 2006, 48 с. ■

В последние два десятилетия в мировом флоте число судов, оснащенных системами электродвижения, стремительно увеличивается. Электроэнергетические системы (ЭЭС) современных судов с электродвижением строятся по принципу единой ЭЭС (ЕЭЭС), в которой гребные электрические установки (ГЭУ) и общесудовые потребители получают электроэнергию от общей электростанции. На судах с электродвижением ГЭУ являются основными потребителями электроэнергии, а общесудовые потребители электроэнергии имеют суммарную мощность, значительно меньшую мощности ГЭУ. При этом с ростом водоизмещения судна доля электроэнергии, потребляемой ГЭУ, увеличивается. Такое соотношение мощностей ГЭУ и общесудовых потребителей ЕЭЭС характерно для судов самого разного назначения.

Приведем несколько примеров:

– мощность электростанции малого гидрографического судна «Вайгач» составляет $2 \times 1000 = 2000$ кВт, ГЭУ имеет два гребных электродвигателя суммарной мощностью $2 \times 546 = 1092$ кВт [1, 2];

– мощность электростанции морского спасательного судна «Игорь Белоусов» составляет $2 \times 1000 + 4 \times 1600 = 8400$ кВт, ГЭУ имеет два гребных

электродвигателя суммарной мощностью $2 \times 2400 = 4800$ кВт;

– мощность электростанции арктических танкеров «Михаил Ульянов» и «Кирилл Лавров» составляет $4 \times 6,525 = 26,1$ МВт, ГЭУ имеет суммарную мощность $2 \times 8,5 = 17$ МВт;

– мощность электростанции круизного судна «Norwegian Epic» составляет 66 МВт, ГЭУ имеет суммарную мощность $2 \times 24 = 48$ МВт [3].

Вследствие этого для судов с электродвижением целесообразно строить ЕЭЭС таким образом, чтобы свести к минимуму число преобразований электроэнергии на пути основного потока электроэнергии – от генераторов к гребным электродвигателям (ГЭД).

СУДОВЫЕ БЕСТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ГРЕБНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

А.Н. Калмыков, канд. техн. наук, доцент, проректор по НР,

В.И. Кузнецов, аспирант,

А.П. Сеньков, д-р техн. наук, доцент, СПбГМТУ

Л.Н. Токарев, д-р техн. наук, проф. СПб ГЭУ,

контакт. тел. (812) 714 6839, 742 8628, 8 962 687 44103, 369 0093

Структура ЭЭС судна «Вайгач» (рис. 1) типична для многих судов с электродвижением [1, 2], аналогичную структуру ЭЭС имеют все перечисленные выше суда и многие другие. На рис. 2 изображена схема ЭЭС круизного судна «Norwegian Epic» [3]. Легко убедиться, что схемы ЭЭС на рис. 1 и рис. 2 – близкие аналоги.

В ЭЭС, изображенных на рис. 1 и 2, трехфазное напряжение с шин главного распределительного щита (ГРЩ) поступает на первичные обмотки согласующих трансформаторов. Каждый трансформатор имеет две вторичные трехфазные обмотки, фазы одной из вторичных обмоток соединены звездой, а другой вторичной обмотки – треугольником.

На выходе вторичных обмоток трансформаторов получаются две системы

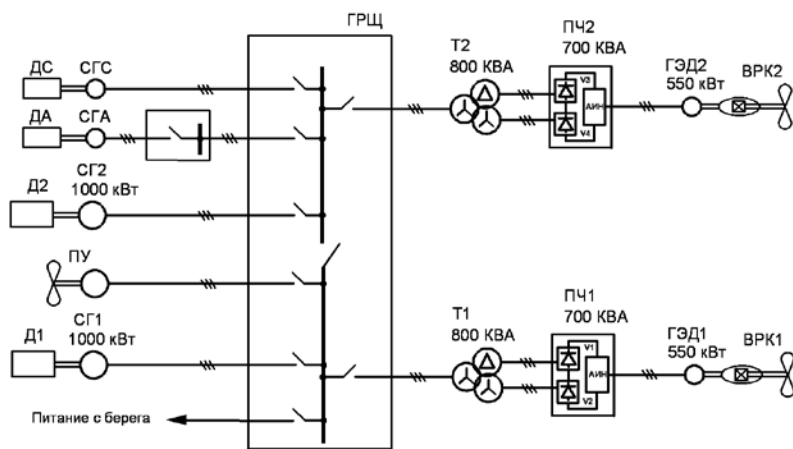


Рис. 1. ЭЭС гидрографического судна «Вайгач»

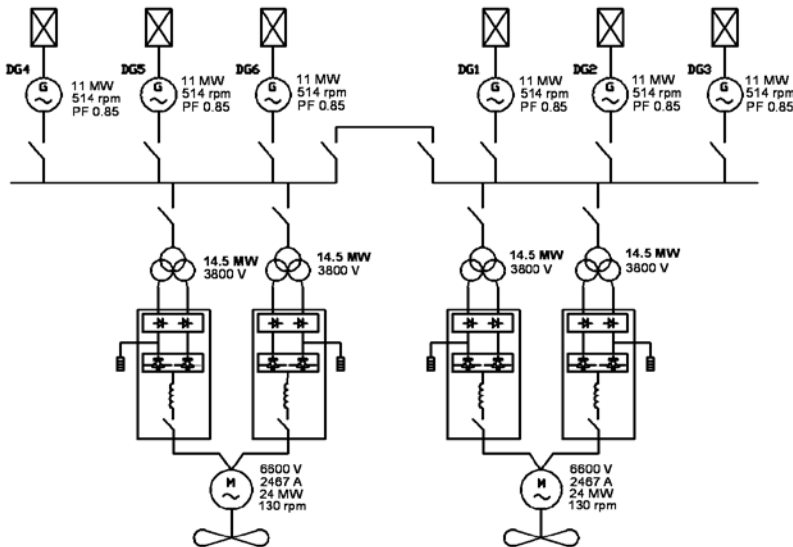


Рис. 2. ЭЭС круизного судна «Norwegian Epic»

трехфазных напряжений, смещенных по фазе на 30 электрических градусов. Это позволяет использовать в составе преобразователей частоты 12-импульсные выпрямители, выходное напряжение которых имеет малую амплитуду пульсаций. В результате удастся обеспечить высокое качество переменного напряжения на выходе преобразователя частоты для питания гребных электродвигателей. Трансформаторы в приведенной на рис. 1 структуре ЭЭС предназначены прежде всего для того, чтобы получить две системы трехфазных напряжений, необходимые для работы двенадцатипульсного выпрямителя.

Нужно отметить, что силовые трансформаторы имеют существенные массу, габариты и стоимость. Например, на судне «Вайгач» в составе ГЭУ используются два трансформатора ТС3-800/0,38/0,55;0,55-ОМ4, каждый из них имеет мощность 800 кВ·А, массу 3250 кг, габариты 1840×2000×1200 мм и стоимость 1196 тыс. руб.; на судне «Игорь Белоусов» в составе ГЭУ используются два трансформатора ТСЗП-3000/0,38/0,56;0,56-ОМ4, каждый из них имеет мощность 3000 кВ·А, массу 7800 кг, габариты

2470×1700×2100 мм и стоимость 4110 тыс. руб. При этом главный недостаток ГЭУ с согласующими трансформаторами – снижение общего КПД. ГЭУ вследствие потерь мощности в согласующих трансформаторах. Это приводит к увеличению расхода топлива и повышению стоимости эксплуатации судов.

Между тем согласующие трансформаторы не являются обязательным компонентом ГЭУ. В [3] предлагается бестрансформаторная ГЭУ, в которой в составе преобразователя частоты используется активный выпрямитель. Однако есть и более простые варианты ЭЭС с бестрансформаторной ГЭУ. На рис. 3 приведена схема бестрансформаторной ГЭУ [4].

В ЭЭС на рис. 3 используются синхронные генераторы СГ1 и СГ2, на статоре которых размещены по две трехфазные обмотки. Трехфазные обмотки располагаются в пазах магнитопровода статора каждого генератора таким образом, чтобы одноименные линейные напряжения обмоток были смещены по фазе на 30 эл. градусов. Такие генераторы несложно получить за счет доработки стандартных трехфазных генераторов: нужно изменить схему соединения катушек обмотки

статора и предусмотреть дополнительные клеммы в клеммной коробке.

Обмотки генераторов не связаны гальванически и подключаются к двум отдельным трехфазным линиям ГРЩ. Синхронизация генераторов СГ1 и СГ2 может выполняться по напряжениям одной пары трехфазных обмоток, так как напряжения на другой паре обмоток будут также синхронизированы, поскольку их сдвиг на 30 эл. градусов обеспечивается конструкцией статоров СГ1 и СГ2. С шин ГРЩ трехфазные напряжения, смещенные на 30 эл. градусов, поступают на выпрямители преобразователей частоты, и на выходе выпрямителей вырабатывается 12-импульсное выпрямленное напряжение, так же как и в ЭЭС на рис. 1 и 2.

Таким образом, в схеме ЭЭС, изображенной на рис. 3, трансформатор из состава ГЭУ исключен, а две системы трехфазных напряжений, необходимых для работы 12-импульсных выпрямителей, получены за счет размещения на статоре каждого генератора двух трехфазных обмоток. Следует отметить, что трехфазные выпрямители в преобразователе частоты соединяются последовательно, поэтому нагрузка на пару обмоток каждого генератора будет одинакова. Вследствие этого напряжение на парах обмоток генератора с изменением нагрузки будет изменяться одинаково, что позволит обеспечить стабилизацию напряжений одновременно на обеих обмотках генератора.

Для питания электроэнергией общесудовых потребителей используются два трехфазных согласующих трансформатора ТРС1 и ТРС2. На первичные обмотки трансформаторов с линией ГРЩ подаются смещенные по фазе на 30 эл. градусов трехфазные напряжения. Вторичные обмотки трансформаторов имеют разные схемы соединения – треугольник и звезда, поэтому напряжения на выходе трансформаторов совпадают по фазе и вторичные обмотки трансформаторов могут быть подключены к одной трехфазной линии щита питания общесудовых потребителей. В результате обеспечивается надежное питание общесудовых потребителей от всех обмоток синхронных генераторов.

Исключение из состава ГЭУ трансформаторов позволяет повысить его КПД и снизить расход топлива. Трансформаторы в цепи питания общесудовых потребителей имеют меньшую мощность, массу, габариты и стоимость, чем трансформаторы в составе ГЭУ. Кроме того, с ростом мощности ГЭУ возникает необходимость использования для генераторов и гребных двигателей высоких уровней напряжений, например, как в ЭЭС судна «Norwegian Epic» (см. рис. 2). Схема ЭЭС на рис. 3 позволяет применить для генераторов и гребных электродвигателей согласованное напря-

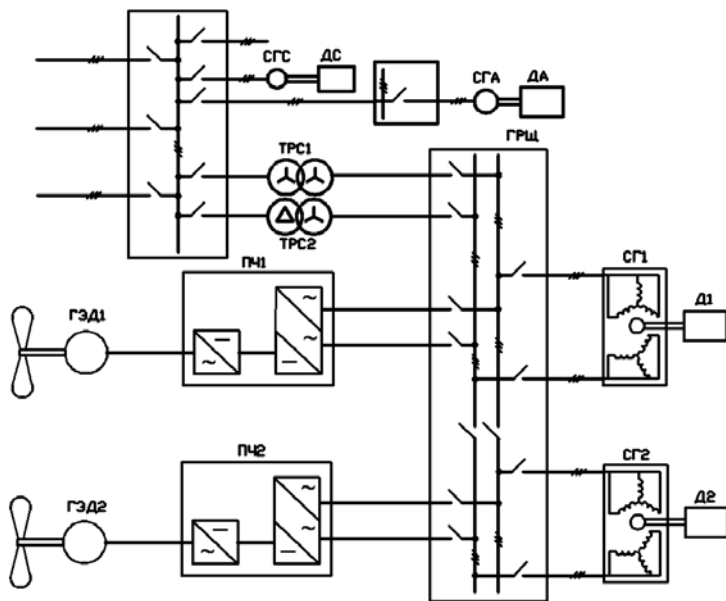


Рис. 3. Схема судовой ЭЭС с бестрансформаторной ГЭУ

жение высокого уровня, а для питания общесудовых потребителей получить стандартное напряжение 380 В.

Потери мощности в ГЭУ в значительной степени зависят от качества напряжения питания ГЭД, поступающего с выхода преобразователей частоты. Наиболее высокое качество выходного напряжения имеют преобразователи частоты с многоуровневыми инверторами. Для работы многоуровневых инверторов необходимы гальванически не связанные источники постоянного тока, которые обычно получают с помощью согласующих трансформаторов, имеющих несколько трехфазных вторичных обмоток. Первичная обмотка согласующих трансформаторов подключается к трехфазной линии ГРЩ, а к каждой из вторичных обмоток подключается вход отдельного выпрямителя. Вторичные

обмотки согласующих трансформаторов с выпрямителями являются для многоуровневых инверторов гальванически не связанными источниками постоянного тока. Число вторичных обмоток и выпрямителей определяется числом уровней инвертора. В данном случае согласующие трансформаторы в составе ГЭУ используются для получения гальванически не связанных источников постоянного тока необходимых для работы многоуровневых инверторов.

При этом многолинейные ЕЭЭС позволяют создать бестрансформаторные ГЭУ и в случае применения многоуровневых инверторов. На рис. 4 приведена схема судовой ЕЭЭС с многоуровневыми инверторами, в которой исключены согласующие трансформаторы [5].

В схеме на рис. 4 на статоре синхронных генераторов СГ1 и СГ2 располага-

ются три гальванически не связанные трехфазные обмотки, подключенные к трем отдельным трехфазным линиям ГРЩ. Трехфазные обмотки должны быть расположены на статорах каждого генератора таким образом, чтобы одноименные напряжения на трех обмотках совпадали по фазе. Синхронизацию напряжений генераторов СГ1 и СГ2 при подключении к линиям ГРЩ достаточно производить по выходным напряжениям одной пары трехфазных обмоток. К каждой линии ГРЩ подключается вход одного из трех выпрямителей преобразователя частоты, и выпрямители являются гальванически не связанными источниками постоянного напряжения, обеспечивающими работу трехуровневого инвертора.

Для обеспечения электроэнергией общесудовых потребителей напряжение с линий ГРЩ поступает на первичные обмотки согласующих трансформаторов ТС1, ТС2 и ТС3. Как было отмечено выше, одноименные выходные напряжения трех обмоток каждого генератора совпадают по фазе, и при подключении к шинам ГРЩ генераторы СГ1 и СГ2 синхронизируются, поэтому вторичные обмотки согласующих трансформаторов ТС1, ТС2 и ТС3 могут быть включены параллельно на одну трехфазную линию щита общесудовых потребителей. Таким образом, бестрансформаторная ГЭУ может быть построена и в случае применения в составе преобразователей частоты многоуровневых инверторов.

ВЫВОДЫ

1. Построение бестрансформаторных ГЭУ позволяет повысить КПД и уменьшить массу, габариты и стоимость ЕЭЭС.

2. Применение многолинейных схем ЕЭЭС может обеспечить высокое качество напряжения питания ГЭД, позволяет исключить согласующий трансформатор из цепи питания ГЭД и гарантировать надежное питание общесудовых потребителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьев А.В. Экспериментальные исследования системы электродвижения переменного тока с полупроводниковым преобразователем // Судостроение. – 2007. – №3. – С. 30–32.
2. Васин И.М., Григорьев А.В. Малое гидрографическое судно «Вайгач» // Судостроение. – 2008. – №1. – С. 31–35.
3. Leclere L., Galmiche Convertteam C.A. Transformerless Full Redundant Electrical Propulsion Solution to Enhance Power Density, A Availability and Low Noise Signature. – IEEE ESTS–2011, April, 10–13, Virginia, p. 296–299.
4. Васин И.М., Паперж Ю.Е., Сеньков А.П., Токарев Л.Н. Судовая электроэнергетическая установка. – Патент РФ №2436708 // БИ 2011, №35.
5. Васин И.М., Сеньков А.П., Токарев Л.Н. Судовая электроэнергетическая установка (варианты). – Патент РФ №2458819 // БИ 2012, №23. ■

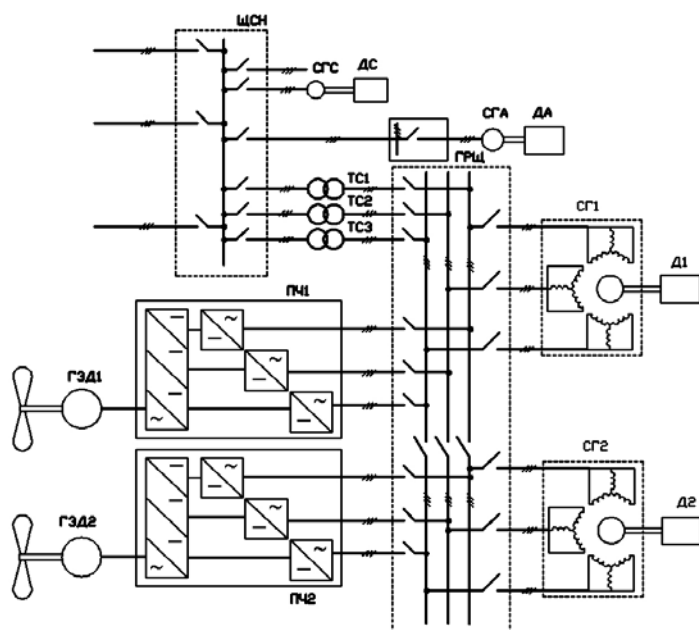


Рис. 4. Схема судовой ЕЭЭС с бестрансформаторной ГЭУ и многоуровневыми инверторами

Продукция предприятия:

- фильтры различных типов
- оборудование топливоподготовки
- теплообменное оборудование
- оборудование водоснабжения
- прочее



Блок сепарации масла с подогревом БСП-01



Блок сепарации БС 3,0/2,2-5



Статический автоматизированный сепаратор ССАФ-10



ООО «ВИНЕТА» предлагает оборудование топливоподготовки на базе полимерных фильтроэлементов.

ООО «ВИНЕТА» представляет собой динамично развивающееся машиностроительное предприятие, которое вот уже более 17 лет занимается проектированием и изготовлением оборудования для нужд военного кораблестроения и гражданского судостроения, энергетики, нефтяной и газовой промышленности, а также других отраслей.

Система менеджмента качества сертифицирована в соответствии с международным стандартом ISO 9001-2008 и Российским государственным стандартом ГОСТ Р ИСО 9001:2008.

ООО «ВИНЕТА» обладает лицензиями и свидетельствами о признании:

- лицензия Ростехнадзора на изготовление оборудования для судна или иного плавсредства с ядерными реакторами
- лицензия Ростехнадзора на конструирование оборудования для ядерных установок
- свидетельство признания изготовителя, выданное Российским Морским Регистром судоходства, а также Российским Речным Регистром.

187026, Россия, Ленинградская обл., Тосненский р-н, г. Никольское, Ульяновское шоссе, 5Г
Тел./факс: +7 812 493 5048
info@vineta.ru, www.vineta.ru

На сегодняшний день интерес к изучению морского и океанского дна возрастает. Это обусловлено многими причинами, и не последнее место здесь занимает резкое увеличение масштабов разведки и добычи природных ресурсов.

Наиболее перспективным для восполнения запасов, безусловно, является континентальный шельф Российской Федерации, где сосредоточено огромное количество месторождений газа и нефти.

Сложностью освоения шельфа являются практически отсутствующая транспортная система и суровые климатические условия. Все это приводит к необходимости создания нового специального оборудования, позволяющего быстро и безопасно осуществлять технологические операции по освоению новых месторождений.

Одной из трудностей обеспечения безопасности является необходимость выполнения грузоподъемных операций в условиях нерегулярного волнения. В данных условиях при работе подъемно-транспортного оборудования (ПТО) возможны раскачивание груза, его повреждение от ударов о борт судна, существует и угроза безопасности экипажа.

Для устранения этой проблемы необходимо, чтобы вновь разрабатываемое грузоподъемное оборудование обеспечивало:

- опускание груза точно в заданное место;
- мягкую посадку груза на воду и палубу судна;
- плавный отрыв груза от воды и палубы судна;
- простоту обслуживания и эксплуатации.

Устройства для спуска и подъема груза в открытом море представляют собой сложные системы. Конструкции этих систем постоянно находятся в стадии доработок по результатам экспериментальных проверок, поэтому можно считать, что проблема грузоподъемных работ при волнении окончательно еще не решена.

Многие из находящихся сейчас в эксплуатации грузоподъемных механизмов и устройств рассчитаны на работу при высоте волны до 1,5 м, в то время как она часто достигает высоты от 2,4 до 3,7 м. Проведение операций по спуску и подъему груза при таком волнении средствами, рассчитанными на менее жесткое волнение, не гарантирует должной безопасности.

По этой причине представляется целесообразным оценить в первую очередь степень влияния волнения на проведение грузоподъемных работ с тем, чтобы в последующем попытаться оценить конструктивные решения для вновь разрабатываемого ПТО.

При проектировании и создании новых систем грузоподъемных устройств и механизмов необходимо учитывать взаимодействие между судном и самим грузом. При этом особенно важно точно определять значения относительных перемещений судна и груза, а также величины динамических нагрузок на механизмы ПТО и грузовой канат, возникающие вследствие инерционных сил, вызванных качкой.

На подвешенный на гаке груз влияют движение подвеса грузового каната, а также силы, вызванные качкой судна, собственными колебаниями груза и ветровым воздействием. Наличием этих сил объясняется динамичность действующих на грузовой канат нагрузок.

Наиболее сложным оказывается подъем груза с поверхности воды, когда возникают наибольшие динамические

ПРИНЦИПЫ УТОЧНЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПРИ ПОДЪЕМЕ ГРУЗА С ВОДЫ В УСЛОВИЯХ НЕРЕГУЛЯРНОГО ВОЛНЕНИЯ

*И.Н. Васильев, инженер-конструктор,
Д.В. Сулов, канд. техн. наук, директор, ЗАО «ЦНИИ СМ»,
контакт. тел. (812) 6401 51, sudmssh@sudmash.ru*

нагрузки на канат, обусловленные качкой. Эти нагрузки в момент отрыва груза от воды могут в несколько раз превосходить его массу.

Следует заметить, что влияние различных видов качки на работу грузоподъемных устройств неравнозначно. Наиболее существенное влияние на операции спуска и подъема оказывают, согласно опыту эксплуатации, бортовая, килевая и вертикальная качки судна. При этом при размещении устройства в кормовой части судна доминирующей оказывается килевая качка, а при размещении его в средней части — бортовая и вертикальная качки.

Значения амплитуд вертикальной качки в зависимости от состояния моря для некоторых типов судов и груза представлены на рис. 1. Указанные графики построены на основании рассмотрения вертикальной качки этих судов (рис. 2).

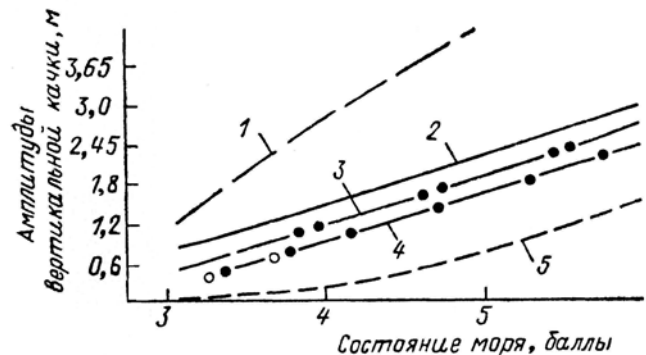


Рис. 1. Графики амплитуд вертикальной качки 1 – судно снабжения; 2 – судно катамаранного типа; 3 – быстроходный транспорт; 4 – десантный транспортный док; 5 – груз

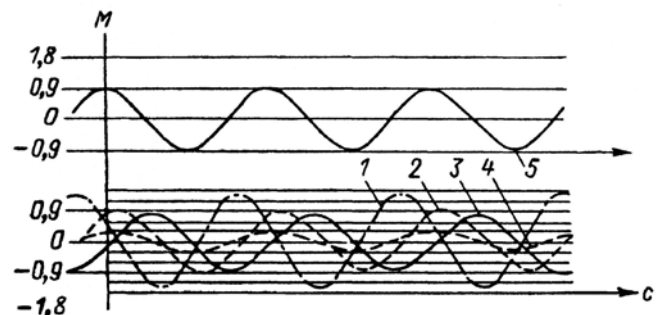


Рис. 2. Графики относительных колебаний судов и груза на волнении в 5 баллов 1 – судно катамаранного типа; 2 – быстроходный транспорт; 3 – десантный транспортный док; 4 – груз; 5 – волнение моря

Из рис. 1 и 2 видно, что амплитуды вертикальной качки судна и груза существенно различаются. Аналогичное

различие наблюдается между ними и по фазам колебаний, что объясняется, в частности, большей возможностью к перемещениям по орбитальным траекториям движения волновых частиц жидкости у груза, находящихся на поверхности моря.

Учитывая выше перечисленное, исследование динамических воздействий на ПТО в условиях качки, а также реализация полученных данных в системах слежения за волной являются достаточно интересными и актуальными задачами.

На сегодняшний день при проектировании нового ПТО принято учитывать динамические эффекты, вызванные ускорением движения при разгоне или торможении подвижных частей грузоподъемного устройства и подвески с номинальным грузом, качкой судна, груза, а также воздействием на груз переменных по величине гидродинамических сил в процессе перехода им границ сред.

Эти значения получены на основе максимально возможных при данном волнении и массе груза, с учетом запасов прочности конструкции и механизмов судового крана, а также малой вероятности возникновения максимально возможных нагрузок.

В соответствии с требованиями Правил по грузоподъемным устройствам морских судов Российского Морского Регистра судоходства (РМРС) в табл. 1 приведены рекомендуемые значения коэффициента динамичности при работе судового крана в условиях волнения с разной величиной волнения моря, в том числе в защищенной акватории.

Таблица 1
Рекомендуемые значения коэффициента динамичности $K_{д1}$

Масса груза, т	Коэффициент динамичности при волнении моря, баллы					
	0	1	2	3	4	5
0,5	1,85	1,85	2,85	4,00	5,35	6,60
1,0	1,60	1,60	1,85	2,40	3,15	4,10
2,0	1,40	1,40	1,60	2,00	2,60	3,25
3,0	1,25	1,25	1,40	1,65	2,00	2,45
4,0	1,20	1,20	1,25	1,50	1,80	2,20
5,0	1,15	1,15	1,20	1,40	1,65	1,90

Предлагаемые значения коэффициентов динамичности являются завышенными и при проектировании специального ПТО, оснащенного компенсирующими механизмами, требуют уточнения.

Величина коэффициента $K_{д1}$, отражающая влияние динамических нагрузок на металлоконструкции ПТО при перемещении груза в воздушной среде, рассчитывается согласно рекомендациям РМРС по формуле

$$K_{д1} = 1 + 0,318 \cdot \frac{v}{\sqrt{f_{ст}}} + \frac{4\pi^2}{57,3 \cdot g} \left(\frac{\theta_6 L_6}{\tau_6^2} + \frac{\psi_k L_k}{\tau_k^2} \right) + \frac{4\pi^2 \eta_b}{\tau_b^2 \cdot g}, \quad (1)$$

где v – скорость перемещения краном номинального груза, м/с; $f_{ст}$ – статический прогиб конца стрелы под действием груза, м; τ_6, τ_k, τ_b – периоды бортовой, килевой и вертикальной качки, с; θ_6, ψ_k – амплитуды бортовой и килевой качки, град; η_b – амплитуда вертикальной качки, м; $g = 9,8$ м/с² – ускорение свободного падения; L_6, L_k – расстояния от центра качания судна при бортовой и килевой качке до центра тяжести груза.

Учитывая малую вероятность совпадения во времени пиков инерционных нагрузок, обусловленных началом подъема груза и двумя (тем более тремя) компонентами качки судна на волнении в 3 балла, при вычислении ко-

эффициента динамичности в расчет принимаются три фактора: начало подъема груза, бортовая и вертикальная качка судна.

Величина статического прогиба подвеса $f_{ст}$, учитывающая упругую деформацию стрелы и каната под воздействием удерживаемого груза, может быть вычислена по формулам

$$f_{ст} = \frac{G}{C_{пр}}; C_{пр} = \frac{C_c \cdot C_k}{C_c + C_k}; C_k = \frac{S_k \cdot E_k}{L_k}; C_c = \frac{G + 0,3G_c}{f_{стр}}, \quad (2)$$

где G ; G_c – вес груза с подвеской и стрелы крана; $f_{стр}$ – прогиб конца стрелы под собственным весом и весом номинального груза; $C_{пр}$ – приведенная жесткость стрелы крана и грузового каната; C_c – изгибная жесткость стрелы крана; C_k, S_k и L_k – жесткость, площадь сечения и длина каната при растяжении; E_k – модуль упругости каната при растяжении.

Как было сказано ранее, эксплуатация ПТО в море показывает, что процесс взятия грузов с волны наиболее нагруженный и сложный момент. Обусловлено это возникновением дополнительной гидродинамической силой действующей на груз. Использование в данном случае системы слежения за волной позволяет пренебречь в расчетах динамическими нагрузками, вызванными периодическим раскачиванием судна и груза в условиях нерегулярного волнения.

Уравнение динамики системы «судно–кран–груз» применительно к временному интервалу, в течение которого пересекается граница сред, может быть записано в виде

$$m_1 [1 + \lambda(y)] \cdot \ddot{y}_d + C_{пр} y_d = -T(y, t); \quad (3)$$

$$T(y, t) = m_1 g - P_A(y) + [1 + \lambda(y)] \cdot \ddot{Y} + \rho \cdot r \cdot L \cdot \delta(y) \cdot [\dot{Y}]^2 \cdot \text{sign}(Y),$$

где m_1 – масса номинального груза; $C_{пр}$ – приведенная жесткость стрелы и каната; y_d – упругая деформация подвеса (стрелы и каната); $T(y, t)$ – усилие натяжения каната; $Y(t) = H_0 + \eta_6 \cos(\omega t) + \eta_b \cos(\omega t + v_b) - \eta_A \cos(\omega t + v_A) - l(t)$ – координата положения стыковочного узла груза над поверхностью воды; $\eta_6 = \eta_b = \eta_A$ – амплитуды качания нока стрелы при бортовой и вертикальной качке, амплитуда волны (качки груза); ω – круговая частота компонентов качки судна и груза; $l(t) = l_0 - \int v dt$ – длина каната от нока до стыковочного узла; l_0 – начальная длина вытравленного каната (до натяжения); $v(t)$ – скорость травления или выборки каната, подъема груза; ρ – плотность воды; $P_A(y)$ – выталкивающая сила воды (сила Архимеда); $\lambda(y)$; $\delta(y)$ – безразмерные коэффициенты, определяющие величины присоединенных масс воды в процессе подъема груза; $y(t) = Y/d$ – относительная высота подъема груза над поверхностью воды (безразмерная величина), $y(t) \in [0; 1]$; H_0 – высота положения нока над уровнем спокойного моря.

Описание динамики подъема груза в форме (3) правомерно при следующих принципиальных допущениях для получения адекватных численных оценок величин нагрузок, воздействующих на кран:

- колебания нока стрелы крана в вертикальном направлении, вызванные тремя видами качки судна, и груза при волнении моря силой до 3 баллов, происходят с одной частотой, но в противофазе;
- грузовой канат в момент начала подъема груза не имеет слабину благодаря работе лебедки в следящем режиме;
- в начальный момент подъема груза его сила тяжести уравновешивается выталкивающей силой воды (силой Архимеда);
- груз представлен математической моделью полупогруженного эллиптического цилиндра при условии, что

площади смачиваемых поверхностей обоих тел примерно равны (см. рис. 3, б);

– влиянием деформации подвеса на характер воздействующих сил и изменение объема его погруженной части при подъеме можно пренебречь, так как амплитуда колебаний подвеса составляет менее 7% диаметра в режиме подъема и менее 1,5% при работе лебедки в режиме слежения;

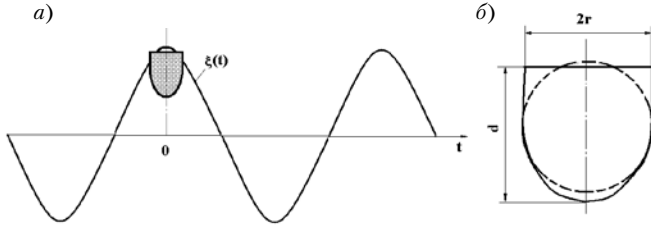


Рис. 3. Схема переносного движения груза

– компонента сопротивления движению груза, обусловленная вязкостью воды, пренебрежимо мала в сравнении с инерционными силами;

– начало неподвижной системы координат лежит в плоскости спокойного моря.

Зависимости входящих в формулу (3) коэффициентов присоединенных масс жидкости $\lambda(y)$ и $\delta(y)$ от относительной высоты подъема над ее поверхностью полупогруженного цилиндра с эллиптическим профилем сечения имеют вид

$$\lambda(y) = \frac{4}{3\pi} \left[1 + \frac{2}{\pi} (5-6y)\sqrt{1-y^2} - \frac{2}{\pi} \arcsin y \right];$$

$$\delta(y) = \frac{2}{3\pi} \left[6\sqrt{1-y^2} + (1+5y-6y^2) \frac{1}{\sqrt{1-y^2}} \right]. \quad (4)$$

Величина выталкивающей силы (Архимеда), действующей на тело в форме половины эллиптического цилиндра, в зависимости от относительной высоты его подъема над поверхностью воды y определяется формулой

$$P_A(y) = m_g \cdot g \cdot \left[1 - \frac{2}{\pi} (\arcsin y + y \cdot \sqrt{1-y^2}) \right]. \quad (5)$$

Время полного выхода груза из воды t_2 определяется из условия $y(t_2) = 1$.

При выполнении неравенства $Y \leq 0$ натяжение каната $T = 0$ и, следовательно; деформация подвеса $y_d = 0$.

При полном переходе груза в воздушную среду (должны выполняться условия $Y \geq d$; $P_A = \lambda$, $\delta = 0$)

$$m_d \cdot \ddot{y}_d + C_{np} \cdot \dot{y}_d = -m_d \cdot (g + \ddot{Y}), \quad (6)$$

где $Y(t) = H_0 + \eta_0 \cos(\omega t) + \eta_b \cos(\omega t + v_b) - l(t)$; $l(t)$ – текущее значение длины каната от нока до груза.

Решение линейного уравнения с постоянными коэффициентами (6) при гармоническом характере возмущающего воздействия ($v_b = 0$) имеет вид

$$y_d = \frac{g}{k^2} + \frac{v}{k} \cdot \sin(kt) + \frac{\eta_0 \omega^2}{k^2 - \omega^2} \cdot (\cos(\omega t) - \cos(kt)), \quad (7)$$

где $k^2 = C_{np}/m$; $\eta_0 = \eta_6 + \eta_b$; v – начальная скорость подъема груза.

Динамическая деформация подвеса достигает максимального по абсолютной величине значения в момент времени $t = \pi/2k$.

Если поделить выражение (7) на величину статического прогиба подвеса (2) под воздействием номинального груза $f_{cr} = mg/C_{np}$, то получим формулу (1) для вычисления коэффициента динамичности $\kappa_{д1}$, отражающего влияние динамических нагрузок на металлоконструкции крана при перемещении груза в воздушной среде.

Аналогичным образом можно получить оценку максимальной величины коэффициента динамичности $\kappa_{д2}$, отра-

жающего влияние динамических нагрузок на металлоконструкции крана при перемещении груза через границу сред.

Численная оценка максимальной динамической нагрузки на кран выполняется для самого неблагоприятного сочетания воздействующих факторов, при котором в момент начала подъема груза с воды фазовые углы двух компонентов качки совпадают ($v_b = 0$). Поскольку определение коэффициента динамичности при отрыве груза с гребня волны ведется при условии работающей системы слежения ПТО вероятность сложения амплитуд качания судна и амплитуды качания груза (в противофазе) отсутствует, в виду этого последняя в расчет не принимается. Координата положения груза в этом случае определится соотношением $Y(t) = H_0 + \eta_0 \cos(\omega t) - l(t)$, где η_0 – амплитуда результирующего гармонического движения.

Интегрирование уравнения (3) выполняется в предположении, что на начальной стадии подъема груза присоединительная масса воды остается величиной постоянной $\lambda(0) = \text{const}(y)$ и $\delta(y) = 0$. Коэффициент динамичности $K_{д2}$ при данном допущении будет определяться соотношением

$$K_{д2} = \frac{\max\{y_d\}}{f_{cr}} = \frac{1}{f_{cr}} \cdot \left[\frac{T_0}{C_{np}} + \frac{V}{k} \cdot \sin(kt) + \frac{\eta_0 \omega^2}{k^2 - \omega^2} \cdot (\cos(\omega t) - \cos(kt)) \right], \quad (8)$$

где $k^2 = C_{np}/m(1+\lambda)$; T_0 – начальное натяжение каната в режиме слежения; $F_{cr} = mg/C_{np}$ – статический прогиб подвеса при нахождении груза в воздушной среде.

Величина статического прогиба в формуле (8) с целью обеспечения сопоставимости коэффициентов динамичности $K_{д1}$ и $K_{д2}$ принимается такой же, как и в случае перемещения груза в воздушной среде.

Для ряда крановых деталей общее число нагружений за весь срок службы механизма оказывается менее базового, принятого при определении длительного предела выносливости, поэтому при проектировании их расчет можно производить по ограниченному пределу выносливости, т.е. по фактическому числу нагружений. Уменьшение числа циклов благодаря применению следящей системы в конструкциях ПТО позволяет расчет деталей производить на статическую прочность, так как влияние так называемого отдыха материала снижает опасность его усталостного разрушения и тем самым добивается снижения материалоемкости крановых деталей и узлов.

Масса машины в известной степени характеризует и трудоемкость ее изготовления, ибо изменение трудоемкости производства поковок и отливок, а также трудоемкости механической обработки этих деталей пропорциональны их массе. Масса машины оказывает влияние и на другие показатели. С увеличением массы машин ухудшаются их эксплуатационные качества (транспортбельность, маневренность увеличиваются трудоемкость монтажа и эксплуатационные расходы). Таким образом, масса наиболее общий комплексный показатель, так как он характеризует машину с технической, эксплуатационной и экономической сторон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева Л.Н. и др. Средства передачи грузов на суда в море. – Л.: Судостроение, 1973.
2. Горшков И.А., Махорин Н.И. Передача грузов в море: Справ. – Л.: Судостроение, 1977.
3. Правила по грузоподъемным устройствам морских судов Российского Морского Регистра судоходства. – СПб.: Наука, 2011. ■

В настоящее время перед судостроителями и эксплуатационниками стоит задача применения моделирования грузобалластных операций для повышения качества проектирования и эксплуатации судов в связи с непрерывно возрастающими требованиями и усложнением их конструкции.

Однако вопросы моделирования грузобалластных операций в технической литературе недостаточно освещены.

Для анализа работы насосов в составе трубопроводных сетей применяется графический метод [1, 3]. Он используется также для интерпретации рабочей точки системы. Преимущества графического метода – его простота и наглядность.

При параллельной и последовательной работе насосов графический метод выполняется, как правило, для одинаковых напорных характеристик и при одинаковых условиях на всасывании, что вносит погрешности в графическое определение параметров рабочей точки.

Данный метод пригоден для анализа работы ограниченного числа насосов в составе трубопроводных сетей. При увеличении числа насосов, а тем более при комбинации способов их работы в составе трубопроводных сетей, трудоемкость анализа возрастает, а его наглядность и точность снижаются. Практически невозможен графический анализ сложных трубопроводных сетей во времени, а также в режимах зачистки емкостей, так как требуется построение очень большого числа графиков.

На основании изложенного для оценки эффективности одновременной работы большого числа насосов на сложные трубопроводные сети целесообразно перейти на гидромеханические модели, которые позволяют индивидуально оценивать эффективность эксплуатации каждого насоса в составе сложных трубопроводных сетей во времени.

На практике встречается большое разнообразие схем работы насосов на трубопроводные сети. Наиболее сложные из них реализуются на танкерах при подаче груза в береговые емкости. Этот вариант положен в основу создания гидромеханических моделей работы судовых насосов на трубопроводную систему, исходя из предположения, что базовый вариант позволяет получить упрощенные подварианты моделей. При разработке гидромеханических моделей использовано понятие рабочей точки системы: энергия, развиваемая насосом (насосами), равна энергии, потребляемой системой (системами).

В общем случае возможны параллельная, последовательная и параллельно-последовательная схема работы насосов, которые использованы для создания гидромеханических моделей грузобалластных операций судов.

ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

Схема параллельной работы насосов, приведенная на рис. 1, является типовой для танкеров. Насосы подают жидкий груз из емкостей танкера в общий береговой трубопровод и далее в береговую емкость. В точке О (см. рис. 1), соединения подач параллельно работающих насосов будет общий напор. До точки О работающие насосы будут иметь индивидуальные подачи за счет разных условий на приеме жидкости. За точкой О все работающие насосы будут иметь одинаковые потери напора и суммарную общую подачу.

Графическая интерпретация параллельной работы трех судовых центробежных насосов приведена на рис. 2. Главными особенностями такой работы насосов являются

ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РАБОТЫ СУДОВЫХ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ НА ТРУБОПРОВОДНУЮ СЕТЬ

Н.М. Подволоцкий, д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВПО «ГУ МРФ им. адмирала С.О. Макарова»,
контакт. тел. (812)321 3681

уменьшение приращения подачи и повышение общего напора от включения каждого следующего насоса.

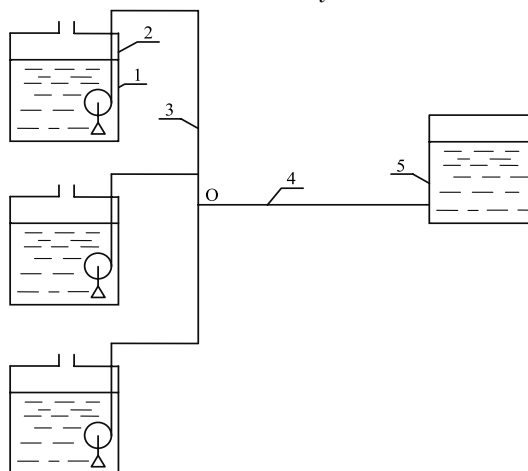


Рис. 1. Схема параллельной работы трех центробежных судовых насосов на общий береговой трубопровод
1 – судовый насос; 2 – судовая емкость; 3 – судовый трубопровод; 4 – береговой трубопровод; 5 – береговая емкость

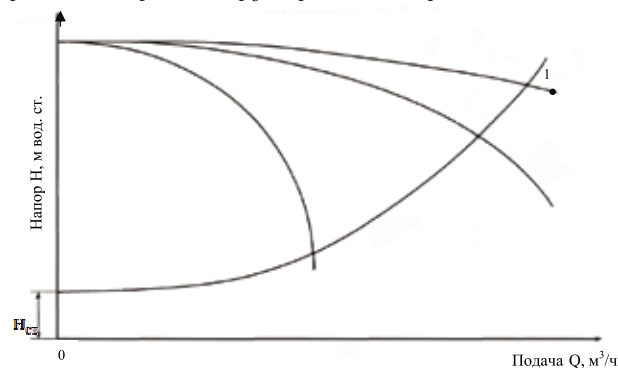


Рис. 2. Графическая интерпретация параллельной работы трех центробежных насосов
1 – рабочая точка системы

Исходя из определения рабочей точки системы, напор развиваемый работающим насосом равен напору, потребляемому системой. Параллельная работа насосов на общий трубопровод может быть записана следующей системой уравнений:

$$\begin{aligned} a_{01} + a_{11}Q_1 + a_{21}Q_1^2 &= H_{ст1} + R_1Q_1^2 + R_6 \sum_{j=1}^m Q_j + J_1; \\ a_{02} + a_{12}Q_2 + a_{22}Q_2^2 &= H_{ст2} + R_2Q_2^2 + R_6 \sum_{j=1}^m Q_j + J_2; \\ &\dots\dots\dots \\ a_{0m} + a_{1m}Q_m + a_{2m}Q_m^2 &= H_{стm} + R_mQ_m^2 + R_6 \sum_{j=1}^m Q_j + J_m. \end{aligned}$$

где Q_1, Q_2, \dots, Q_m – переменная подача параллельно включенных насосов; a_0, a_1, a_2 – постоянные размерные коэффициенты полученные при аппроксимации рабочих характе-

ристик напор-подача насосов; $1... m$ – порядковые номера насосов или систем; j – порядковый номер работающего насоса или ветки системы; $H_{ст}$ – статическая составляющая потерь напора; $R_1, R_m...R_6$ – обобщенное гидравлическое сопротивление судового и берегового трубопроводов соответственно; J – инерционный член.

В левой части системы уравнений записаны напоры, развиваемые параллельно соединенными насосами, в правой – напоры потребляемые трубопроводной сетью.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ РАБОТА ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

Пусть имеем схему последовательной работы насосов, приведенную на рис. 3. Жидкость из приемного резервуара перекачивается несколькими последовательно соединенными насосами в нагнетательный резервуар. Эту схему можно рассматривать как k последовательно соединенных подсистем, соответствующих количеству включенных насосов, имеющих индивидуальную статическую составляющую потерь напора.

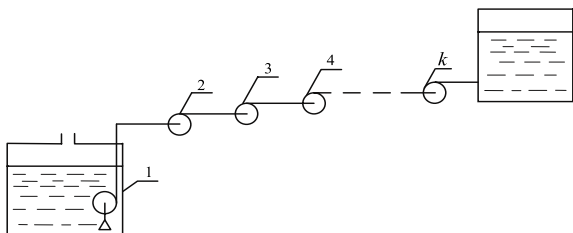


Рис. 3. Принципиальная схема последовательной работы центробежных насосов
 k – порядковые номера насосов

При последовательной работе подача от каждого насоса поступает на прием следующего, последовательно суммируясь по ходу жидкости в системе.

Графическая интерпретация последовательной работы трех центробежных насосов представлена на рис. 4. Отличительными особенностями такой работы центробежных насосов являются уменьшающиеся приращение подачи и увеличение напора при включении каждого следующего насоса.

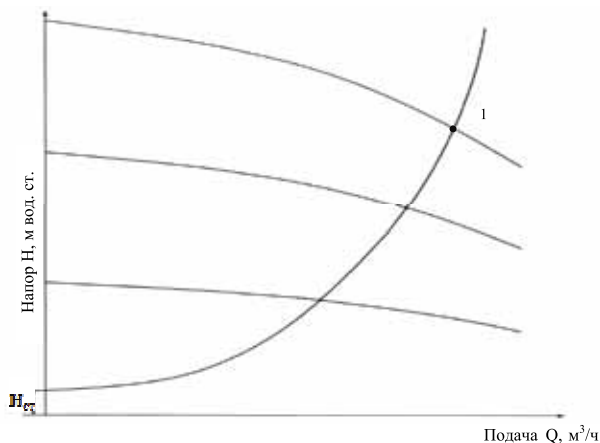


Рис. 4. Графическая интерпретация последовательной работы трех центробежных насосов
 1 – рабочая точка системы

По определению рабочей точки системы суммарный напор, развиваемый работающими насосами, равен суммарному напору потребляемому индивидуальными участками систем. Исходя из этого, последовательная работа центробежных насосов записывается следующим равенством:

$$\sum_{i=1}^k (a_{0i} + a_{1i}Q_i + a_{2i}Q_i^2) = \sum_{i=1}^k H_{стi} + \sum_{i=1}^k R_i Q_i^2 + \sum_{i=1}^k J_i$$

Здесь i – порядковые номера насоса и подсистем, величины подач насосов и сил инерции; k – количество последовательно включенных насосов.

В левой части равенства представлена суммарная характеристика $H-Q$ (напор-подача) последовательно включенных насосов, в правой – суммарная характеристика системы.

Задача последовательного соединения насосов решается следующим образом: находим подачу для каждого насоса и участка обслуживаемого им трубопровода подсистемы в порядке расположения (нумерации) насосов. Для первого насоса берем участок системы от входа жидкости в трубопровод через приемник до входа жидкости во второй насос, затем от выхода жидкости из второго до входа ее в третий насос и т.д.

Полученные в результате решения индивидуальные подачи насосов последовательно суммируются от первого до k -го, аналогично суммируются напоры.

Как вариант, последовательная работа насосов может быть представлена в качестве суммы равенств k индивидуальных подсистем, каждая из которых обслуживается своим насосом, причем конец каждой из них служит началом следующей.

Подход к решению обоих вариантов описания последовательной работы насосов будет одинаковым.

Параллельно-последовательная работа насосов. Принципиально возможны следующие варианты соединения судовых насосов:

- параллельно-последовательное соединение насосов на судне и далее подача жидкости по береговой магистрали без применения насосов;
- параллельная работа насосов на судне и последовательная на берегу;
- параллельно-последовательная работа насосов на судне и последовательная на берегу.

Параллельно-последовательное соединение насосов на судне. Принципиальная схема параллельно-последовательного соединения насосов на судне приведена на рис. 5.

Количество параллельно соединенных систем равно m , количество последовательно соединенных судовых насосов соответствует k , береговых насосов перекачивающих жидкость не установлено.

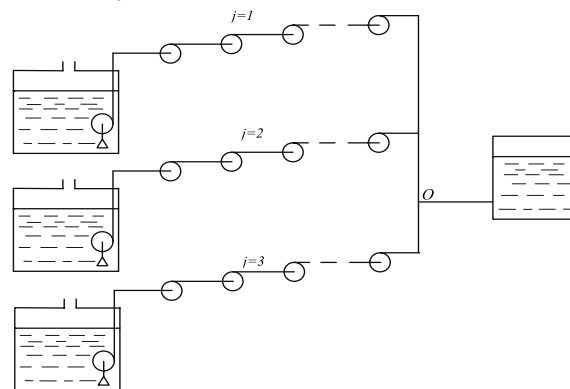


Рис. 5. Схема параллельно-последовательного соединения судовых насосов

Графическая интерпретация трех параллельно включенных судовых центробежных насосов на последовательную работу трех групп насосов показана на рис. 6. Для этого варианта включения насосов справедливы особенности, рассмотренные выше для параллельной и последовательной работы.

Система уравнений, описывающая процесс перемещения жидкости с судна на берег при параллельно-последовательном соединении насосов на судне без установки береговых насосных станций, приведена ниже:

$$\sum_{i=1}^k (a_{0i} + a_{1i}Q_i + a_{2i}Q_i^2) = \sum_{i=1}^k H_{cti} + \sum_{i=1}^k R_i Q_i^2 + R_6 \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^k Q_{ij}^2 + J_1;$$

$$\sum_{i=1}^k (a_{02i} + a_{12i}Q_{2i} + a_{22i}Q_{2i}^2) = \sum_{i=1}^k H_{cti} + \sum_{i=1}^k R_i Q_{2i}^2 + R_6 \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^k Q_{ij}^2 + J_2;$$

.....

$$\sum_{i=1}^k (a_{0mi} + a_{1mi}Q_{mi} + a_{2mi}Q_{mi}^2) = \sum_{i=1}^k H_{cti} + \sum_{i=1}^k R_i Q_{mi}^2 + R_6 \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^k Q_{ij}^2 + J_m.$$

В левой части системы уравнений – сумма характеристик (напор и подача) параллельно-последовательно включенных судовых насосов, в правой – суммарная характеристика трубопроводной сети.

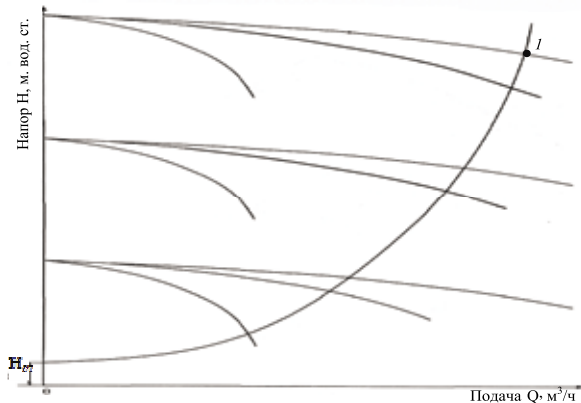


Рис. 6. Графическая интерпретация трех параллельно включенных судовых насосов на последовательную работу трех групп насосов
1 – рабочая точка системы

Параллельное соединение насосов на судне и последовательное на берегу. Принципиальная схема параллельного соединения судовых насосов в сочетании с их последовательной работой на берегу приведена на рис. 7. Отличительной особенностью этой схемы от параллельного соединения насосов является то, что к суммарному расходу и напору судовых насосов каждым работающим береговым насосом будут добавляться некоторые подача и напор.

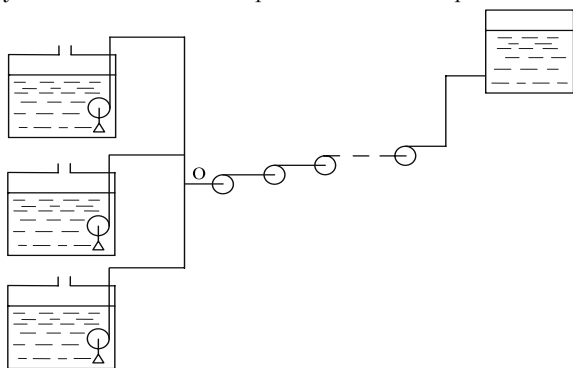


Рис. 7. Схема параллельного соединения насосов на судне и последовательного на берегу

Графическая интерпретация параллельной работы насосов на судне и последовательной на берегу приведена на рис. 8. Процесс перемещения жидкости по такой системе представлен следующей системой уравнений:

$$a_{01} + a_{11}Q_1 + a_{21}Q_1^2 + \sum H_n =$$

$$= H_{ct1} + R_1 Q_1^2 + \sum_{i=1}^{k_6} H_{cti} + \sum_{i=1}^{k_6} R_i \sum_{j=1}^m (Q_j^2 + Q_i^2) + J_1;$$

$$a_{02} + a_{12}Q_2 + a_{22}Q_2^2 + \sum H_n =$$

$$= H_{ct2} + R_2 Q_2^2 + \sum_{i=1}^{k_6} H_{cti} + \sum_{i=1}^{k_6} R_i \sum_{j=1}^m (Q_j^2 + Q_i^2) + J_2;$$

.....

$$a_{0m} + a_{1m}Q_m + a_{2m}Q_m^2 + \sum H_n =$$

$$= H_{ctm} + R_m Q_m^2 + \sum_{i=1}^{k_6} H_{cti} + \sum_{i=1}^{k_6} R_i \sum_{j=1}^m (Q_j^2 + Q_i^2) + J_m.$$

В левой части системы уравнений представлен суммарный напор, развиваемый судовыми и последовательно соединенными береговыми насосами, равный

$$\sum H_n = \sum_{i=1}^{k_6} (a_{0i} + a_{1i}Q_i + a_{2i}Q_i^2)$$

где k_6 – количество последовательно включенных береговых насосов, и участков подсистем.

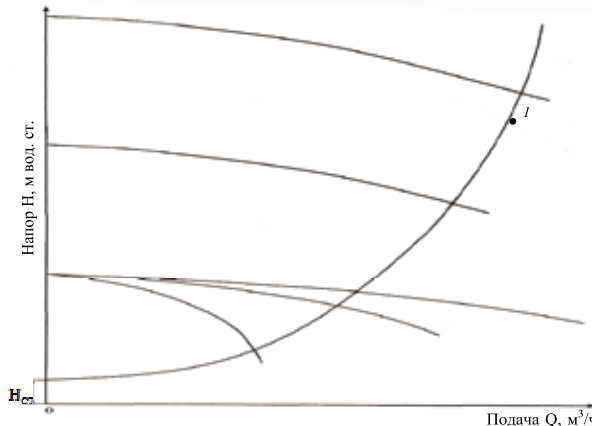


Рис. 8. Схема параллельной работы трех насосов на судне и последовательной работы двух насосов на берегу
1 – рабочая точка системы

В правой части системы уравнений представлены суммарное гидравлическое сопротивление судового и берегового трубопроводов и статическая составляющая потерь напора.

Параллельно-последовательная работа насосов на судне и последовательная на берегу. Общий вид параллельно-последовательной работы насосов на судне и последовательной на берегу приведен на рис. 9.

Данная схема характеризует в общем виде параллельно-последовательную работу. Количество судовых насосов, работающих параллельно, равно m , количество последовательно включенных судовых насосов в одну ветку трубопровода составляет k , количество последовательно работающих насосов на берегу равно k_6 .

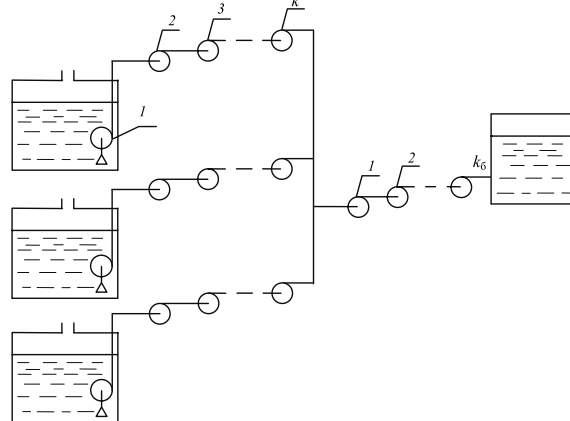


Рис. 9. Схема параллельно-последовательной работы насосов на судне и последовательной на берегу
1, 2, 3... k, k_6 – номера насосов

Частный случай работы насосов по рассматриваемой схеме приведен на рис. 10. На нем показана графическая интерпретация работы трех параллельно-последовательно включенных судовых насосов работающих на два последовательно включенных береговых насоса.

$$\sum_{i=1}^k (a_{0i} + a_{1i}Q_i + a_{2i}Q_i^2) + \sum H_n = \sum_{i=1}^k H_{cti} +$$

$$+ \sum_{i=1}^k R_i Q_i^2 + \sum_{i=1}^k J_i + \sum_{i=1}^{k_6} H_{cti} + \sum_{i=1}^{k_6} R_i \left(\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^k Q_{ji}^2 + Q_i^2 \right) + J_1;$$

$$\sum_{i=1}^k (a_{02i} + a_{12i} Q_{2i} + a_{22i} Q_{2i}^2) + \sum H_n = \sum_{i=1}^k H_{cti} +$$

$$+ \sum_{i=1}^k R_i Q_i^2 + \sum_{i=1}^k J_i + \sum_{i=1}^{k6} H_{cti} + \sum_{i=1}^{k6} R_i \left(\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^k Q_{ji}^2 + Q_i^2 \right) + J_2 ;$$

$$\dots\dots\dots$$

$$\sum_{i=1}^k (a_{0mi} + a_{1mi} Q_{mi} + a_{2mi} Q_{mi}^2) + \sum H_n = \sum_{i=1}^k H_{cti} +$$

$$+ \sum_{i=1}^k R_i Q_i^2 + \sum_{i=1}^k J_i + \sum_{i=1}^{k6} H_{cti} + \sum_{i=1}^{k6} R_i \left(\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^k Q_{ji}^2 + Q_i^2 \right) + J_m.$$

В левой части системы уравнений представлена сумма напорных характеристик параллельно-последовательно включенных судовых насосов и последовательно соединенных береговых. В правой части системы уравнений представлено суммарное гидравлическое сопротивление судовой и береговой трубопроводных сетей.

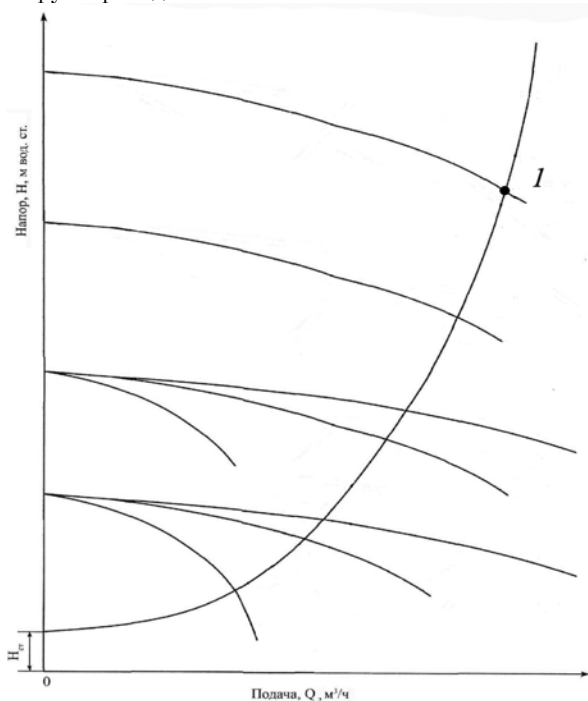


Рис. 10. Графическая интерпретация работы трех параллельно и двух последовательно включенных судовых насосов на два последовательно включенных береговых насоса
1 – рабочая точка системы

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПОТЕРЬ НАПОРА

Приведенные выше системы уравнений работы нескольких параллельно-последовательно соединенных насосов на сложные трубопроводные сети не замыкают процесс описания. Недостающими параметрами для решения систем уравнений являются уровни в судовых и береговых емкостях, необходимые для определения статической составляющей потерь напора, а также текущего значения времени анализируемых процессов.

Эти неизвестные находим из уравнений материального баланса рассматриваемых систем:

– для судна

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (H_{j0} - H_{ij}) F_i = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \bar{Q}_{ij} t;$$

– для берега

$$\sum_{i=1}^{k6} (H_{i60} + H_{i6}) F_{i6} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^k \bar{Q}_{ij} t,$$

где H_{i0} , H_i – начальный и текущие значения уровней жидкости в разгружаемых судовых емкостях соответственно; F_i – площадь свободной поверхности жидкости в разгружаемой судовой емкости; H_{60} , H_6 – начальный и текущие значения уровней жидкости в береговых емкостях соответственно; F_{i6} – площадь свободной поверхности жидкости в береговой емкости; \bar{Q}_{ij} – среднее значение суммарной подачи действующих насосов за некоторый промежуток времени; t – время; n – количество разгружаемых судовых емкостей.

Для определения статической составляющей потерь напора необходимо также учесть давления над свободной поверхностью жидкости в судовых и береговых емкостях, значение осадки судна, высоту расположения береговых емкостей над уровнем моря.

Приведенные выше материальные балансы систем пригодны для всех рассмотренных вариантов работы насосов на сложные трубопроводные сети.

ВЫВОДЫ

Теоретические зависимости, описывающие типовые варианты параллельно-последовательной работы центробежных судовых и береговых насосов на трубопроводную сеть, могут быть использованы для моделирования во времени грузобалластных операций различных типов судов.

От представленных общих (типовых) схем работы насосов можно перейти к частным, более простым моделям путем исключения соответствующих составляющих элементов систем.

При проведении грузобалластных операций на танкерах операции разгрузки выполняются одновременно с приемом балласта либо погрузка с откачкой (сливом) балласта. В таких случаях могут одновременно работать несколько гидромеханических моделей из числа рассмотренных.

Перемещение балласта происходит в пределах судна, поэтому гидромеханическая модель балластных операций по отношению к представленной усложненной гидромеханической модели для груза упрощается. В частности, в балластной модели не будет берегового трубопровода, сокращается число включенных насосов.

Рассмотренный подход к определению рабочей точки системы для параллельно-последовательной работы центробежных насосов может быть распространен при практической необходимости на решение последовательно-параллельной работы на весь класс лопастных а также объемных насосов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Певзнер Б.М. Насосы судовых установок и систем. – Л.: Судостроение, 1971, – 384 с.
2. Костылев И.И., Овсянников М.К. Реконденсационные установки LNGC большой вместимости // Эксплуатация морского транспорта. – 2012. – №3(69). – С. 53–58.
3. Прегер Е.А. Об аналитическом исследовании совместной работы лопастных насосов и водоводов. – Докл. XVIII науч. конфер. – ЛИСИ, 1960, с. 43 – 46.
4. Подволоцкий Н.М. Аналитическое описание универсальных характеристик судовых насосов // Эксплуатация морского транспорта. – 2013. – № 1(71). С. 51–57 ■

ОАО «Научно-производственное предприятие «Респиратор» в составе холдинга «Авиационное оборудование» госкорпорации «Ростех» является разработчиком и серийным производителем кислородно-дыхательной аппаратуры для авиации, флота, МЧС и здравоохранения. Наряду с изделиями авиационной, медицинской, противопожарной техники завод изготавливает и целый ряд изделий для подводных работ.

Долгое время выпускался аппарат АВМ-1М, пользовавшийся огромной популярностью. Он предназначался для дыхания водолаза под водой на глубине до 40 м. Ему на смену пришел аппарат АВМ-5. Его разработали для автономного обеспечения дыхания пловца-подводника с подачей воздуха из баллонов аппарата на глубинах до 60 м, а также для обеспечения дыхания водолаза с подачей воздуха по шлангу от внешнего источника воздуха при выполнении водолазных работ на глубинах до 40 м.

Кроме этого, предприятие в течение многих лет производит спасательное снаряжение подводника (ССП), предназначенное для самостоятельного спасения личного состава из аварийной подводной лодки с глубин до 220 м и способом выхода по буйрепу с глубин до 110 м, а также для спасения личного состава из аварийной подводной лодки средствами поисково-спасательной службы с глубин до 200 м. Дополнительно снаряжение может быть использовано как средство временного поддержания жизнедеятельности личного состава в отсеках подводной лодки при повышенном давлении. В состав аппарата входят изолирующий дыхательный аппарат ИДА-59М, гидрокомбинезон СГП-К и парашютная система. Также ОАО «НПП «Респиратор» изготавливает индивидуальный дыхательный аппарат ИДА-71У с замкнутой системой дыхания.

Прогресс не стоит на месте, поэтому в настоящее время ОАО «НПП «Респиратор» разработало и освоило в серийном производстве новые водолазные аппараты АВМ-15, ШАП-Р.

Воздушно-дыхательный аппарат АВМ-15 предназначен для обеспечения дыхания водолаза при выполнении подводно-технических, аварийно-спасательных и других видов водолазных работ на глубинах до 60 м с легочной вентиляцией до 60 л/мин в автономном варианте, в условиях низких температур воды и воздуха, а также в загрязненных средах, в том числе с повышенным содержанием нефтепродуктов.

Аппарат АВМ-15 может быть переоборудован для работы в шланговом варианте, по заказу может комплектоваться сигнальным устройством «пузырько-

УНИКАЛЬНЫЕ ВОЗДУШНО-ДЫХАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ ДЛЯ ВОДОЛАЗОВ

А.А. Брызгалин, генеральный директор ОАО «НПП «Респиратор», контакт. тел. (496) 412 7054

вого» типа, также имеется возможность подключения к редуктору легочного автомата второго легочного автомата, обеспечивающего дыхание двух водолазов одновременно, или используется в качестве аварийного.



Основные характеристики аппарата АВМ-15

Время защитного действия в наземных условиях, мин.....	84
Рабочее давление, МПа, не более	19,6
Объем баллонов, л.....	27
Запас воздуха, л.....	2800
Масса снаряженного аппарата, кг, не более.....	22
Габаритные размеры, мм, не более	680×300×180
Максимальная легочная вентиляция на глубине 60 м, л/мин	60
Рабочая температура, °С:	
воды	От -2 до +35
воздуха	От -50 до +50

Шланговый дыхательный аппарат ШАП-Р предназначен для обеспечения дыхания водолаза при выполнении водолазных работ на глубинах до 60 м при работе в шланговом варианте, а также в автономном варианте от баллонов аппарата. Малые габариты аппарата позволяют проводить работы в стесненных условиях. Все его основные узлы расположены в ударопрочном пластиковом корпусе. Данная конструкция позволяет предотвратить как механические повреждения узлов аппарата, так и случайные зацепы и запутывания.

Конструкция узла подсоединения аппарата к водолазному шлангу позволяет ручную (без использования

инструмента) проводить стыковку и отстыковку водолазного шланга в любых условиях, в том числе под водой, находящегося под давлением, а также при выходе из воды при низких температурах.



В распределительном устройстве аппарата ШАП-Р предусмотрены дополнительные порты среднего давления для подключения второго легочного автомата, шланга поддува гидрокомбинезона или жилета-компенсатора плавучести, пневмоинструмента и т.п.

Редуктор с сухой камерой травления, используемый в аппарате, позволяет работать при минусовых температурах воды и воздуха, а также в загрязненной воде.

Основные характеристики шланговых дыхательных аппаратов

	ШАП-Р	ШАП-Р1
Время работы в аварийном режиме в наземных условиях, мин	37	24
Рабочее давление, МПа.....	29,4	19,6
Объем баллонов, л.....	4	4
Масса снаряженного аппарата, кг, не более.....	15	14
Максимальная легочная вентиляция на глубине 60 м, л/мин.....	60	60
Габаритные размеры, мм:		
ШАП-Р	515×330×115	
ШАП-Р1	515×330×120	
Рабочая температура, °С:		
воды	От -2 до +35	От -2 до +35
воздуха.....	От -50 до +50	От -50 до +50

Исполнения аппаратов АВМ-15 и ШАП-Р рассчитаны на использование искусственных дыхательных смесей, обогащенных кислородом («NITROX» и т.д.

Оба аппарата сертифицированы на соответствие ГОСТ «Дыхательные аппараты с открытой схемой дыхания», по техническим характеристикам соответствуют требованиям EN250.

При содействии холдинга «Авиационное оборудование» ГК «Ростех» научно-производственное предпри-

ятие стало участником федеральных целевых программ, в ходе реализации которых продолжается проведение научно-исследовательских работ, внедрение современных технологий, модернизация производства и разработка новых дыхательных аппаратов. Изделия НПП «Рес-

пиратор» в максимальной степени отвечают требованиям потребителей по техническому уровню и цене, составляя достойную конкуренцию на международном рынке. Техническое совершенство и высокое качество продукции являются залогом безопасности. ■



ОАО «НПП «Респиратор»
142602, Московская область, Россия, г. Орехово-Зуево, ул. Гагарина д. 1,
Тел. (496) 412-70-54, 413-16-69, 413-16-41, 413-16-14
Факс (496) 412-76-18, 412-70-27
omir@respiro-oz.ru, www.respiro-oz.ru

Холдинг «Авиационное оборудование» входит в состав корпорации «Ростех» и включает в себя 36 предприятий, расположенных по всей стране – в Москве, Московской области, Уфе, Самаре, Ульяновске, Омске, Архангельской области и других регионах России. Предприятия холдинга осуществляют разработку, производство и послепродажное обслуживание систем и агрегатов воздушных судов. Кроме того, холдинг производит детали и агрегаты для таких отраслей промышленности, как нефтегазовая, автомобилестроение, транспорт, энергетика. Основными партнерами и клиентами предприятий компании являются ОАО «Объединенная авиастроительная корпорация», ОАО «Вертолеты России», ОАО «Объединенная двигателестроительная корпорация», ОАО «Российские железные дороги», ОАО «Автоваз», ОАО «Газпром» и авиакомпании «Аэрофлот», «Сибирь», «UTair», ГТК «Россия» и др.

«Ростех» – российская корпорация, созданная в 2007 г. для содействия разработке, производству и экспорту высокотехнологичной промышленной продукции гражданского и военного назначения. В ее состав входит 663 организации, из которых в настоящее время сформировано 12 холдинговых компаний в оборонно-промышленном комплексе, 5 – в гражданских отраслях промышленности. Организации «Ростеха» расположены на территории 60 субъектов РФ и поставляют продукцию на рынки более 70 стран мира. На предприятиях корпорации работает более 900 тыс. человек, или около 2% трудоспособного населения России. Чистая прибыль в 2011 г. составила 45,6 млрд. руб., налоговые отчисления в бюджеты всех уровней достигли 100 млрд. руб.

В диагностические матрицы основных типов механизмов, включая электродвигатели, паровые турбины, газотурбинные двигатели, двигатели внутреннего сгорания, насосы, компрессоры и др., в соответствии с международными рекомендациями по диагностированию машин рекомендуется включать вибрацию [1]. Отклонение вибрации от заданных значений является диагностическим признаком возникновения ряда дефектов механизмов, в том числе нарушения центровки. Для локализации дефекта, являющегося причиной возникновения вибрации, большое значение имеет разработка методов, позволяющих оперативно оценить состояние центровки механизмов.

Основной способ нормирования центровки механизмов – задание изломов и смещений в соединениях валов. Изломы и смещения, как правило, устанавливаются по нормативной документации, по прототипу или по справочной литературе, в которых числовые значения параметров центровки разделены по отдельным группам механизмов, типам применяемых соединений валов и частоте вращения валов.

Основными недостатками нормирования центровки механизмов по изломам и смещениям являются:

- низкая диагностическая ценность параметров центровки;
- необходимость разборки соединений валов для контроля параметров центровки;
- отсутствие критериев и алгоритма для обоснованной оценки возможности дальнейшей эксплуатации механизма или необходимости выезда в ремонт для восстановления центровки.

Первые два недостатка вытекают из определения изломов и смещений как параметров, характеризующих взаимное расположение валов механизмов до сборки их соединений. Отсутствует и возможность оценки влияния изломов и смещений на параметры, определяющие надежность функционирования механизмов, в качестве которых могут быть выделены нагрузки на подшипники механизма, напряжения в валах и др. Для диагностирования центровки требуется разборка соединений валов, что увеличивает затраты и не всегда может быть выполнено в условиях эксплуатации.

Принятие однозначного решения по результатам контроля изломов и смещений осложняется особенностями их нормирования. Как правило, поставщик механизма и проектант судна устанавливают только монтажные расцентровки, которые приводятся в монтажном чертеже механизма. Для обеспечения установленных монтажных допусков при постройке судна предъявляются повышенные требования к условиям проведения центровки, предусматривающие необходимость выполнения мероприятий по

БЕЗРАЗБОРНОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЦЕНТРОВКИ ПО ПАРАМЕТРАМ СИЛОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕХАНИЗМОВ

*Н.В. Петров, канд. техн. наук, начальник сектора,
ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта»,
контакт. тел. (812) 786 2130*

исключению изменений положения корпуса судна, его одностороннему нагреву и др. После приемки монтажа механизма требования к условиям выполнения центровки не соблюдаются. Это приводит к тому, что текущие значения центровки на последующих стадиях строительства и при эксплуатации судна, как правило, превышают установленные монтажным чертежом. Соответственно, при оценке состояния центровки по монтажным допускам возникает необходимость восстановления центровки, что может привести к необоснованным затратам как при строительстве, так и при эксплуатации судна.

Приведенные недостатки можно исключить, перейдя от нормирования центровки по изломам и смещениям к нормированию изгибающего момента и поперечной силы в соединениях валов механизмов (в дальнейшем – параметры силового взаимодействия). Следует отметить, что параметры силового взаимодействия учитываются при центровке дизелей тронкового типа с тяжелым маховиком [2] и валопроводов [3] в ходе постройки судов. Конструктивной особенностью дизелей тронкового типа является наличие тяжелого маховика, под нагрузкой которого происходит искривление оси вала, вызывающее выход расцепов за установленные пределы. Для устранения недопустимых расцепов перед выполнением центровки дизеля к валопроводу под маховик дизеля устанавливаются приспособление с динамометрами, с помощью которого производят подъем маховика до устранения отклонений расцепов от заданных значений, и только после этого центруют дизель к валопроводу по изломам и смещениям.

При монтаже валопровода его вывешивают на динамометрах и методом последовательных приближений обес-

печивают совпадение фактических и расчетных (формулярных) нагрузок на подшипники. Производят центровку механизма к валопроводу по значениям изломов и смещений.

В приведенных вариантах монтажа контролировать силовые параметры можно до момента сборки соединений, что существенно ограничивает возможности диагностирования центровки в эксплуатации.

Рассмотрим возможные методы диагностирования центровки по параметрам силового взаимодействия.

В качестве диагностической модели центровки механизмов может быть использована математическая модель регуляции параметров вала в виде переопределенной системы линейных уравнений

$$P_i = P_{i0} + \sum_j a_{ij} p_j. \quad (1)$$

В частном случае при установке вала на четырех опорах I–IV (рис. 1) входящие переменные имеют значения: P_i при $i=1..4$ – нагрузки подшипников P_1, \dots, P_4 , при $i=5$ – поперечная сила Q , при $i=6$ – изгибающий момент M ; P_{i0} – начальное значение контролируемых параметров; a_{ij} – коэффициенты модели; p_j ($j=1..4$) – технологические параметры (значения изменений нагрузок на подшипники от начального значения, полученного при выполнении предыдущей технологической операции).

Система уравнений (1) позволяет в неявном виде установить зависимости между параметрами силового взаимодействия и нагрузками на подшипники. Для получения системы уравнений с учетом взаимной зависимости между регулируемыми параметрами – нагрузками на подшипники – потребовалось введение дополнительных переменных: значений нагрузок на подшипники, отличающиеся от начального значения,

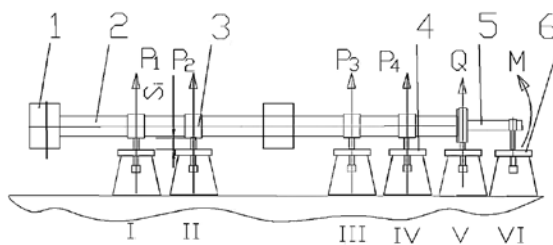


Рис. 1. Схема определения параметров модели на специализированном стенде

полученного в ходе предыдущей технологической операции.

Идентификация конкретного механизма с помощью системы [1] возможна двумя методами: расчетным (на основе расчета на прочность валов механизмов и устройств известными методами сопротивления материалов [4]) или экспериментальным.

Учитывая сложность конструкции роторов и валов современных машин и механизмов, в том числе наличие насадных деталей, сложность геометрической формы, переменное по длине сечение, представляется целесообразным определять параметры силового взаимодействия экспериментально. Такая возможность имеется до сборки механизма, а именно после окончательного изготовления ротора или вала механизма или устройства и может выполняться на стенде.

Методика испытаний предусматривает поочередное тестовое изменение нагрузок на подшипники, измерение соответствующих изменений контролируемых параметров и расчет по их значениям коэффициентов модели.

В настоящее время вследствие выполнения центровки по изломам и смещениям формальное описание зависимостей между контролируемыми параметрами вала не делается. Использование математической модели для диагностирования центровки [1] позволяет определить номинальные значения, допуски и предельные значения изгибающего момента и поперечной силы в зависимости от значений нагрузок на подшипники вала механизма.

Для расчета допусков на основе системы уравнений (1) потребуется получить зависимости для определения предельных полей рассеяния нагрузок подшипников, поперечной силы и изгибающего момента.

Выполнение центровки по параметрам силового взаимодействия позволяет установить дифференцированные предельные значения параметров центровки для различных стадий жизненного цикла механизма (рис. 2).



Рис. 2. Разделение параметров центровки по стадиям жизненного цикла механизма

Параметры центровки целесообразно разделять для трех возможных состояний механизма, включающих строительство заказа, эксплуатацию и нарушение центровки, требующее вывода механизма из эксплуатации и выполнения необходимых ремонтных работ.

Могут быть назначены следующие предельные отклонения параметров центровки от номинального значения:

- монтажные допуски Q_m, M_m – по данным действующей нормативной документации, устанавливающей монтажные значения изломов и смещений в соединениях валов механизмов, которые технологически обеспечены и используются в настоящее время при строительстве заказов;
- эксплуатационные допуски Q_s, M_s – по системе уравнений (1) на основе ограничения минимальных нагрузок на подшипники для исключения их разгрузки и изменения вибрационного состояния механизма.

Параметры силового взаимодействия целесообразно использовать при нормировании центровки механизмов и проектировании силовых установок с учетом их взаимного влияния. Однако сами параметры сложно контролировать. Для этого требуются разборка соединений валов и применение специальных средств измерений.

Учитывая сложность непосредственного контроля параметров силового взаимодействия при диагностировании центровки их измеряют косвенно, по значениям угла поворота и прогиба валов.

Углы поворота и прогибы валов однозначно определяются значениями параметров силового взаимодействия для каждого отдельного механизма и при необходимости могут быть пересчитаны как на значения изгибающего момента и поперечной силы, так и на значения изломов и смещений. Углы поворота и прогибов валов можно измерять на любой стадии жизненного цикла каждого механизма.

Изломы и смещения как характеристики взаимного геометрического расположения двух центруемых механизмов определяют при наличии данных по углам поворота и прогибам валов под действием изгибающего момента и поперечной силы обоих центруемых механизмов.

Экспериментальное определение углов поворота и прогибов валов механизмов может быть выполнено как на специализированном стенде, так и непосредственно перед монтажными работами. Методика измерений с применением индикаторов часового типа видна из рис. 3.

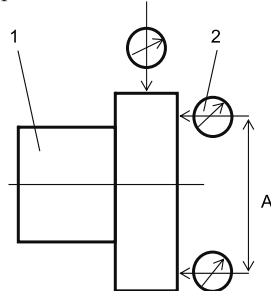


Рис. 3. Измерение углов поворота и прогибов валов механизмов
1 – вал; 2 – индикатор часового типа

По приведенной схеме прогиб вала определяют по радиально установленному индикатору и разности показаний

до и после приложения изгибающего момента и поперечной силы, угол поворота плоскости фланца – по изменению показаний двух аксиально установленных индикаторов при известном расстоянии A между точками их крепления.

Для диагностирования центровки в ходе эксплуатации потребуется изменение методики измерений, а именно, переход от относительных измерений с помощью индикаторов часового типа к абсолютным с помощью измерителей линейных размеров (рис. 4).

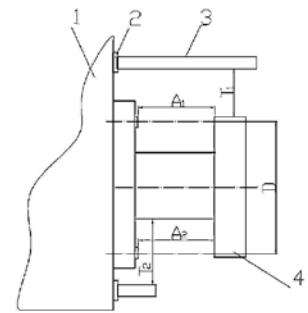


Рис. 4. Схема измерения параметров центровки
1 – механизм; 2, 3 – элементы измерительных баз; 4 – вал механизма

Для выполнения измерений потребуется создание на механизме комплекта баз 2, 3 для контроля в абсолютных величинах угловых и линейных перемещений вала механизма.

Результаты вычислительного эксперимента в среде MathCAD показывают, что для основной номенклатуры судовых механизмов значения изломов и смещений, установленные в нормативной документации, могут быть существенно расширены без изменения значений допустимых напряжений от монтажных нагрузок.

ВЫВОДЫ

1. Для безразборного диагностирования центровки следует применять в качестве диагностических признаков параметры силового взаимодействия механизмов.
2. Косвенное определение параметров силового взаимодействия в соединениях валов возможно выполняться посредством измерения углов поворота и прогибов валов, отвечающих заданным значениям изгибающего момента и поперечной силы.
3. Для исключения необоснованных затрат на восстановление центровки рекомендуется применять дифференцированные нормы центровки при постройке и при эксплуатации судна.

ЛИТЕРАТУРА

1. ISO 13380:2002. – Condition monitoring and diagnostics of machines-General guidelines on using performance parameters (MOD).
2. ОСТ 5.4046–83. Дизели судовые тронковые с тяжелым маховиком. Типовой технологический процесс монтажа. Л., ЦНИИТС, 1983.
3. ОСТ 5.4405–84. Валопроводы судовых движительных установок. Монтаж. Типовые технологические процессы. Л., ЦНИИТС, 1984.
4. Беляев Н.М. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1976. ■

Во время отработки многоспектральной системы мониторинга в стендовых условиях (в том числе на стендах полунатурного моделирования) необходимо имитировать объекты мониторинга, которые должны детектироваться приборами полезной нагрузки на борту носителя. Для описания выделим те виды многоспектральных систем, аппаратура которых обычно размещается на борту БПЛА:

- телевизионный канал (спектр видимого излучения);
- тепловизионный канал (спектр инфракрасного излучения, длина волны 8–14 мкм);
- радиолокационный канал (диапазон 9–40 ГГц).

МЕТОДЫ ИМИТАЦИИ ОПТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

В настоящее время актуальна проблема разработки методов имитации и создания источников оптического излучения (имитаторов объектов), основные характеристики которых – пространственные координаты и интенсивность излучения – могут непрерывно изменяться во времени. Существует актуальная задача разработки методов имитации и создания динамических имитаторов оптической ситуации для оснащения стендовой базы на основе выбранной оптической модели фоноцелевой обстановки (ФЦО), направляющих поток излучения на вход оптико-электронных приборов (ОЭП). Вся совокупность информации, поступающей на вход ОЭП сводится к пространственно-временному распределению облученности и спектральному составу излучения. При этом ФЦО должна быть динамичной, отображающей пространственные и временные параметры объектов в режиме реального времени при соответствующих энергетических характеристиках объектов и фона.

Все имитаторы по способу формирования сцены можно разделить на две большие группы: излучающие (первичные) и модуляционные (преобразующие).

Если в имитаторах первой группы изображение сцены формируется непосредственно излучающими элементами, то модуляционные имитаторы имеют независимый источник, излучение которого, проходя через пространственно-временной модулятор излучения, модулируется по определенному закону, чтобы сформировать требуемое изображение ФЦО, которая должна быть проецирована на тестируемый прибор.

Параметры излучающих имитаторов определяются спектральными и энергетическими характеристиками используемого вида излучающих элементов, характеристики модуляционных пре-

МЕТОДЫ ИМИТАЦИИ ОБЪЕКТОВ МОНИТОРИНГА ПРИ ИСПЫТАНИЯХ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Ю.Ф. Подоплекин, *д-р техн. наук, проф., академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, первый зам. генерального директора,*
А.А. Кулагин, *начальник НТЛ,*
С.С. Поповцев, *инженер, ОАО «Концерн «Гранит-Электрон»,*
контакт. тел. (812) 271 4585

терпевают искажения (искажение спектрального состава, поляризация излучения и т.д.).

В оптимальном варианте пространственное разрешение имитатора должно быть в 2 раза лучше, чем разрешение испытываемого устройства и должно стремиться к значению 1024×1024 элементов. Все выше рассмотренные требования характеризуют статическую сцену. Частота кадров, определяющая динамику сцены, является важным параметром имитатора. Она во многом определяется временными характеристиками потока от излучающих элементов. Частота кадров многих имитаторов должна быть в интервале 25–100 Гц с возможностью увеличения ее для вновь разрабатываемых приборов до 200 Гц. Для некоторых случаев могут иметь значение такие характеристики имитаторов, как равномерность по полю, форма спектрального излучения, поляризация и т.д.

МЕТОДЫ ИМИТАЦИИ ИК-ОБЪЕКТОВ

Наиболее важными техническими требованиями, которые следует принимать во внимание при разработке имитаторов ФЦО в диапазоне 8–14 мкм, являются: интервал имитируемой температуры и температурное разрешение, пространственное разрешение и поле зрения имитатора, спектральная полоса, частота кадров. Динамический интервал имитируемой температуры – диапазон температур, в пределах которых должен управляться любой разрешающий элемент имитатора. Со значением имитируемой температуры непосредственно связана спектральная полоса испускаемого излучения. Рабочий интервал спектральной чувствительности наиболее распространенных ОЭП ИК-диапазона определяется выбором одной из зон спектрального диапазона 3–5,5 мкм и 8–14 мкм, соответствующих окнам прозрачности атмосферы.

Полная и правильная проверка функционирования оптико-электронных приборов обеспечивается, когда изображение фоноцелевой обстановки, проецируемой оптической системой ОЭП и

создаваемой имитатором, было адекватно изображению ситуации при наблюдении реального объекта в окружении внешних источников и фона.

Температурное разрешение – минимальная разность температуры, которая может быть воспроизведена имитатором. Пространственное разрешение выражается числом независимых разрешающих элементов на экране имитатора, представляющего его поле зрения и определяет количество информации (число объектов и деталей фона), которое может отобразить имитатор на входной зрачок тестируемого ОЭП.

Динамический имитатор объектов, излучающих в ИК-области спектра, представляет собой устройство, имитирующее изображение реальной оптической ситуации в ИК-спектральном диапазоне в реальном масштабе времени и проецирующее его на входной зрачок оптической системы тестируемого ОЭП [4].

По способу генерирования ИК-излучения (по физическому принципу) выделяются три группы излучающих имитаторов:

- тепловые (температурные);
- люминесцентные;
- газоразрядные.

Лучшими характеристиками обладают температурные имитаторы; люминесцентные и газоразрядные имеют ряд существенных недостатков, затрудняющих их практическое использование, например, большие габариты, ограниченность в спектральном диапазоне, сложность в эксплуатации.

В тепловых имитаторах испускание ИК-излучения связано с переходом тела в состояние термодинамического равновесия с окружающей средой. Спектральное распределение теплового излучения определяется температурой излучающего элемента, создающей определенное статистическое распределение энергии по степеням свободы совершающих тепловые колебания элементарных частиц вещества излучателя (все тела с температурой выше абсолютного нуля являются источниками теплового излучения).

Принцип действия тепловых излучающих элементов заключается в преобразовании различных видов энергии в тепловую, приводящую к повышению температуры этих элементов, тем самым вызывая испускание ИК-излучения.

Из большого разнообразия методов нагрева элементов имитаторов, основанных на тепловом излучении, заслуживают внимания электрически нагреваемые излучатели (ЭНИ) за счет прохождения через них электрического тока. Возможны различные конструктивные подходы при разработке экранов имитаторов: «булавочный», фольговый, матричный, графитовый.

Лучшие временные характеристики (малая тепловая инерция) достигаются в имитаторах с матричным экраном, где каждый элемент является резистивным излучателем. Размер и положение имитируемой цели обеспечивается включением и выключением соответствующих резистивных элементов к питающей электрической сети. Существует конструкция матрицы, выполненной методом нанесения резистивных слоев на алюминиевой подложке для улучшения теплоотвода. Размер элементов матрицы – $0,75 \times 1$ мм, зазор между ними – 0,15 мм. Температура нагрева такого элемента достигает 180°C со спектром излучения в интервале 2,5–12 мкм. Благодаря небольшим физическим размерам резисторов постоянные времени нагрева и охлаждения составляют порядка 40 мс.

В модуляционных имитаторах ИК-излучения используется явление термохромизма в двуокиси ванадия VO_2 . При температуре ниже 65°C , называемой температурой смещения, VO_2 ведет себя как полупроводник и обладает пропускающими ИК-излучение характеристиками (коэффициент пропускания – 85%). При нагреве двуокиси ванадия выше 65°C пленка VO_2 ведет себя как металл, т.е. коэффициент пропускания близок к нулю. Такое поведение VO_2 можно использовать как на пропускание, так и на отражение излучения. Однако явление термохромизма в VO_2 обладает гистерезисом, что ухудшает скоростные качества. Управлять температурой VO_2 -модулятора можно либо электронным пучком, либо лазерным. При этом электронный пучок обеспечивает лучшее температурное разрешение, а лазерный – лучшее пространственное разрешение. Так, динамический ИК-имитатор предназначен для работы в спектральном диапазоне 8–12 мкм с пространственным разрешением 512×512 элементов в температурном интервале $15\text{--}120^\circ\text{C}$ с частотой кадров 30 Гц.

МЕТОДЫ ИМИТАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ

Устройство, предложенное в [5], содержит: блок источников света, блок задания условий освещенности цели и ее контраста, блок сменных диапозитивов местности с объектом мониторинга и различными масштабами местности, двухступенную поворотную платформу с установленным на ней проектором, блок программы угловых возмущений на траектории носителя.

Имитатор цели содержит блок источников света, перед которым расположен диапозитив с изображением местности с объектом поражения, а также блок изменения светотехнических характеристик цели, подключенный ко входу блока источников излучения, и блок управления, выходы которого подключены ко входу блока задания программы изменения масштаба цели и блока задания программы угловых возмущений на траектории носителя.

Модуляционный принцип для ТВ-изображения базируется преимущественно на способах проецирования излучаемых кадров, которые детектируются прибором, размещаемым на борту.

В [6] изложен метод трансформации телевизионных изображений при построении ТВ-имитаторов визуальной обстановки с применением видеоконтрольных устройств.

СЛУЧАЙ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАДИОСИГНАЛОВ

В настоящее время наиболее распространены имитаторы эхо-сигналов радиолокационных станций (РЛС) на высокой частоте (несущей частоте РЛ системы), позволяющие проводить стендовую обработку всего приемопередающего тракта станции и осуществлять полунатурное моделирование работы РЛС при испытаниях многоспектральной системы мониторинга в составе комплекса полезной нагрузки БПЛА (рис. 1).

Имитатор эхо-сигналов когерентной РЛС состоит из блока формирования

частоты зондирующего сигнала f_c , блока модуляторов, блока задержки и управляемого аттенюатора [2].

Импульсы модуляции зондирующего сигнала, соответствующие нулевой дальности и опорные частоты $f_{оп}$ для формирования f_c поступают на имитатор от РЛС. Гармонические колебания f_c подаются на блок модуляторов. Блок задержки осуществляет задержку импульсов модуляции на величину, соответствующую имитируемой дальности до цели.

Задержанные импульсы модуляции подаются на управляющие входы модулятора, при этом на выходе модулятора появляются импульсные сигналы на несущей частоте РЛС, соответствующие выбранной дальности. Аттенюатор обеспечивает изменение мощности эхосигнала имитируемой цели в заданном диапазоне.

Код управления аттенюатором и код дальности цели формируются в ЦВМ оператора и передаются в имитатор по цифровой магистрали.

Угловое положение цели имитируется перемещением излучателя, в качестве которого обычно используется рупорная антенна.

В случае имитации эхо-сигнала некогерентной РЛС (с передатчиком на магнетроне) блок формирования f_c представляет собой автономный задающий генератор гармонических колебаний, часть мощности которого в момент формирования зондирующего импульса подается в систему автоподстройки частоты приемного устройства [2]. В остальном принципы построения имитатора совпадают.

Основные комплексные параметры радиолинии могут быть определены в процессе стендовой отработки радиолинии в целом без ее разборки на составные части. Значение обобщенной пороговой чувствительности радиоприемной системы P_R может быть измерено непосредственно на стенде или при отработке комплекса в целом (рис. 2).

Изменяя величину сигнала затухания аттенюатора η_A , добиваются такой величины сигнала на входе радиоприемного тракта, когда значение отношения

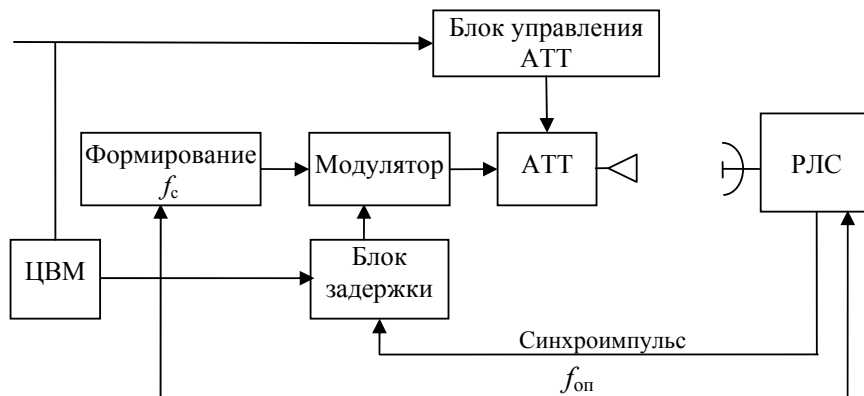


Рис. 1. Структура имитатора эхо-сигналов РЛС на высокой частоте

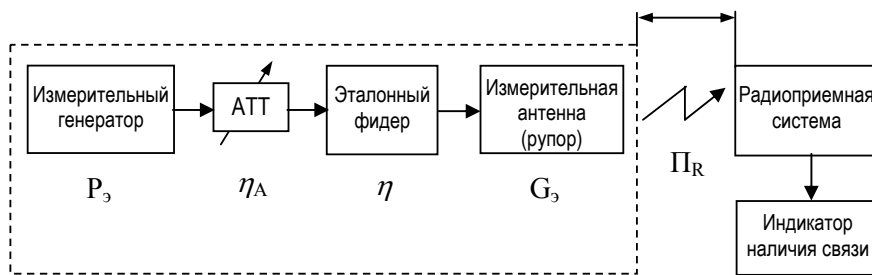


Рис. 2. Функциональная схема определения обобщенной пороговой чувствительности радиоприемной системы Π_R

сигнал/шум на выходе радиоприемного устройства станет равным минимально допустимому для данного типа радиоприемного устройства, и связь прекратится. Величина минимально допустимого отношения сигнал/шум определяется характеристиками радиоприемного устройства и видом модуляции сигнала.

Предложенный метод полунатурного моделирования позволяет смоделировать работу радиолинии и с доста-

точной точностью оценить ее основные комплексные параметры (обобщенную пороговую чувствительность радиоприемной системы, обобщенную мощность радиопередающей системы, потенциальную дальность действия радиолинии) в процессе проведения стендовой отработки до начала натурной отработки и испытаний в составе управления БЛА.

Результирующая величина среднеквадратичной ошибки (СКО) оценки

дальности связи методом замещения составляет не более 23% от оцениваемой дальности связи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бартольд Э.Е., Лакунин Н.Б., Петров Г.М. Методы моделирования систем управления на аналоговых и аналогово-цифровых вычислительных машинах. – М.: Машиностроение, 1975. – 255 с.
2. Тверской Г.Н., Терентьев Г.К., Харченко И.П. Имитаторы эхо-сигналов судовых радиолокационных систем. – Л., Судостроение, 1973. – 223 с.
3. Шаров С.Н. Информационные управляющие системы беспилотных летательных аппаратов. – Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2007. – 256 с.
4. Дмитриев Е.И., Шеволдин В.А., Шнырев А.Д. Динамические инфракрасные имитаторы сцен // Оптический журнал. – 1994. – № 10. – С. 3.
5. США, патент 3507990, 1970 г.
6. Гуглин В.А. Телевизионные игровые автоматы и тренажеры. – М.: Радио и связь, 1982. – 203 с. ■

Группа «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 на внутренний и международный рынки. В ряде областей «Транзас» – давно признанный мировой лидер. Тем радостнее наблюдать успехи компании в России.

2012 г. для компании стал одним из самых плодотворных: российские премьеры, выгодные контракты, стратегические решения, устойчивые темпы развития в заданном векторе и неизменно высочайшее качество продукции – все это в очередной раз подтвердило, что группа компаний «Транзас» по праву занимает лидирующие позиции на мировом и российском рынках судового и навигационного оборудования и тренажерных систем.

«Я удивлен уровнем увиденных сегодня технологий, широтой сфер и глубиной разработки. Я не представлял, что производимые в Петербурге системы для нашей области готовы к продаже по всему миру, интересно также, что практически все циклы производства – планирование, программирование и собственно производство – расположены здесь. Скажу честно, «Транзас» произвел очень глубокое впечатление», – заметил полковник Пенгги Форсстрём, дуайен военно-дипломатического корпуса, атташе по вопросам обороны Финляндии в России, май 2012 г.

ТРЕНАЖЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

Для эффективного централизованного управления процессами организа-

«ТРАНЗАС» В 2012 ГОДУ

ЗАО «Транзас»,
контакт. тел. (812) 325 31 31

ции плавания по Севморпути требуется использовать современные технологии сбора, обработки, регистрации и анализа данных. Эти задачи может решить развертывание интегрированной системы мобильных и стационарных объектов и объектов управления. Важным блоком являются современные учебно-тренировочные средства, включение которых в систему повышает безопасность ключевых процессов нефтегазового комплекса: добычу и транспортировку.

Важнейшим событием года стало открытие в декабре полностью оборудованной группой «Транзас» суперсовременного учебно-тренажерного центра (УТЦ) ОАО «Совкомфлот». Основной задачей центра станет подготовка специалистов для работы в сложных климатических условиях арктической зоны.

«В этом центре аккумулированы самые современные не только в России, но и в мире технологии обучения специалистов морского транспорта, эксплуатируемого в Арктике, на трассах Северного морского пути (СМП). Многие системы, установленные в УТЦ, не только задают новые принципы обучения персонала, но и превосходят будущее морской навигации», – комментирует открытие президент группы «Транзас» Николай Лебедев. – Технологический опыт, которым располагает Россия в сфере развития арктической зоны и освоения СМП, уникален. Он позволяет нашей стране стать мировым лидером в безопасном и эффективном освоении углеводородных мес-

торождений шельфа, и дальше – будет способствовать ускорению темпов развития экономики. Все это вместе позволит закрепить за Россией имидж страны передовых инновационных технологий, к чему мы все стремимся».

В конце года компаний «Транзас» в кооперации со специалистами Крыловского государственного научного центра и при участии с ЗАО «Морские навигационные системы» и специалистами Крыловского государственного научного центра установлен и введен в эксплуатацию уникальный научно-исследовательский тренажерный комплекс, включающий в себя два комплексных тренажера – «Универсал» и «Взаимодействие».

Тренажер «Универсал» предназначен для обучения персонала судов при проведении морских операций буксировки платформ и других оффшорных сооружений, постановки платформ в море, монтажу элементов верхних строений. Он состоит из полномасштабного мостика ледокольно-буксирного судна, двух малых мостиков судов, поста управления крановым оборудованием и поста управления буксируемого объекта.

Тренажер «Взаимодействие» создан для обучения персонала танкеров и платформ (или отгрузочных терминалов) операциям отгрузки нефти в условиях замерзающих морей арктического шельфа России. Особое внимание при его создании уделено поведению тан-



Рис. 1

керов в различных ледовых условиях, их взаимному влиянию на платформу и другие суда участники операции, а также действиям обслуживающих ледокольных судов. Тренажер состоит из полномасштабного мостика танкера, двух малых мостиков ледокольных судов обеспечения, поста управления грузовыми операциями на танкере и поста управления грузовыми операциями на платформе.

Оба тренажера могут работать как в рамках одного упражнения, что позволит задействовать до шести судов одновременно, так и параллельно, что позволит готовить одновременно несколько судоводителей по различным программам. Особенностью тренажера является также возможность моделирования различных сценариев проведения оффшорных операций в исследовательских целях, а круговая визуализация обеспечивает высокую достоверность отображения внешней визуальной и навигационной обстановки.

Научно-исследовательский тренажерный комплекс позволяет проводить разработку регламентов морских операций в портах и в открытом море у выносных причалов. Уникальная особенность комплекса заключается в обеспечении высокой точности моделирования маневрирования судов в различных условиях, в том числе ледовых. Также обеспечивается точность моделирования взаимного влияния судов при движении и при приближении к стационарному объектам. Это дает возможность моделировать портовые причальные сооружения, а также выносные причалы и отгрузочные комплексы и их взаимодействие с судами с достаточной степенью точности. Кроме того, проектанты и судоводители могут совместно провести и подтвердить технические решения, принимаемые на всех этапах создания портовых и морских сооружений и судов, от концептуального проекта до

эксплуатационной документации, а также обучать персонал (рис. 1).

В мае 2012 г. специалистами группы «Транзас» в мурманской школе профтехобразования ОАО «Арктикморнефтегазразведка» был установлен **первый в России тренажер палубного крана, размещаемого на морских буровых установках**. Особенностью данной модели является возможность имитации качки судна, на которое происходит погрузка, и самой буровой платформы, на которой устанавливается кран.

В 2012 г. **введен в эксплуатацию новый общевоинской тактический тренажер производства компании «Транзас»**. Он предназначен для тактической подготовки и боевого слаживания мотострелковых, танковых и артиллерийских подразделений отдельной мото-



Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4

стрелковой бригады Западного военного округа. Тренажер рассчитан на обучение должностных лиц и личного состава мотострелковой роты, танкового взвода, а также органов управления минометной и самоходной артиллерийской батареей.

Технологии единого виртуального поля боя, по которым создавался тренажерный комплекс «Комбат», относятся к инновационным разработкам, которые ранее в отечественном военном тренажеростроении не применялись. К ним относятся:

- уникальная электронно-картографическая система со средствами нанесения тактической обстановки для отработки учебных упражнений;
- система визуализации, обеспечивающая отображение местности и боевых действий в 3D-режиме с высокой реалистичностью;
- моделирующая система, позволяющая создать в виртуальном пространстве атмосферу реального боя, в котором обучаемые подразделения могут отрабатывать тактические и огневые действия против управляемых компьютером сил противника;
- система контроля и оценки уровня подготовки специалистов с проверкой практических навыков на основе воспроизведения всех действий обучаемых при проведении разбора и выставлении оценок.

Тренажер «Комбат» обеспечивает проведение занятий по отработке групповых тактических нормативов, связанных с передвижением на поле боя и выполнением огневых задач, а также по организации общевоинского боя в целом

и управлению совместными боевыми действиями подразделений различных родов войск. Занятия на тактическом тренажёре обычно предшествуют проведению тактико-строевых и тактических занятий и учений в полевых условиях на штатной технике (рис. 2, 3).

Продолжая развитие тренажерной тематики, компания «Транзас» основной своей целью видит интеграцию отдельных тренажеров (авиационных, морских, сухопутных) в комплексный (межвидовой) тренажер, объединенный Единым виртуальным полем боя, включая системы визуализации, подготовки данных, 3D картографии, имитационного моделирования и т.п. Фрагменты такой интеграции были продемонстрированы на командно-штабных учениях «Кавказ-2012» и получили высокую оценку специалистов и командования Минобороны (рис. 4).

В перспективе подобные тренажёры должны стать одним из основных элементов учебно-материальной базы общевоинских соединений сухопутных войск, береговых войск военно-морского флота и воздушно-десантных войск.

БОРТОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И СИСТЕМЫ

2012 г. ознаменовался качественным изменением в уровне безопасности и экономической эффективности судоходства – переводом судов ОАО «Совкомфлот» на использование официальных электронных навигационных карт.

В начале года ОАО «Совкомфлот» начал перевод своих судов на использование официальных электронных навигационных карт. Первые суда, оборудованные в рамках соглашения, – новые супертанкеры SCF Progress и SCF Prudencia. Процесс осуществлялся с применением электронной базы международных морских данных TADS производства «Транзас». Процесс перехода на использование официальных электронных навигационных карт в ОАО «Совкомфлот» начнется с оборудования новых судов. В будущем аналогичными системами будут оснащаться суда действующего флота компании.

В августе «Транзас» подписал контракт на поставку четырех интегрированных навигационных систем для судов, строящихся на верфях RaxOcean Engineering Pte Ltd. Специально для этого проекта был доработан интегратор данных Navi-Conning в части обеспечения отображения режима швартовки носом и кормой.

В октябре в Петербурге в присутствии премьер-министра РФ Д.А. Медведева состоялась торжественная церемония передачи заказчику научно-экспедиционного судна «Академик Трёшников», оборудованного группой «Транзас».

В декабре компания с успехом завершила свою работу по контракту, заключенному с верфью ULJANIK Brodogradilište, на поставку оборудования для двух судов пр. 11611-А. На паромы для перевозки железнодорожных вагонов был установлен комплекс радио- и навигационного оборудования, в состав которого вошли ГМССБ-оборудование, РЛС, ЭКНИС, гироскоп, магнитный компас, АИС, лаг, эхолот, а также система управления рулевой машиной и другие системы.

Тогда же «Транзас» модернизировал навигационное оборудование, установленное на четырех ледоколах ФГУП «Росморпорт». В рамках договора на судах была установлена новейшая версия ЭКНИС Navi-Sailor 4000 производства «Транзас», автоматизирующей процесс судовождения.

В конце года состоялось подписание договора на оснащение до 2014 г. речного российского круизного флота ООО «ВоходоходЪ» электронными картографическими системами СОЭНКИ/ЭКНИС 270 производства «Транзас». Картографические системы адаптированы для морских, речных судов и судов смешанного «река-море» плавания. В оборудовании предусмотрен ряд функций, разработанных специально для работы на внутренних водных путях.

Группа «Транзас» заключила договоры с ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз» на изготовление и установку навигационно-тактического комплекса (НТК) «ТРИМС-22460» на пограничных сторожевых кораблях пр. 22460 «Изумруд» и «Сапфир», а также с ОАО «Восточная Верфь» для корабля этого же проекта, строящихся по заказу Пограничной службы ФСБ РФ. Подобными системами уже оборудованы три первых кораб-

ля серии. НТК «ТРИМС-22460» – это интегрированный автоматизированный корабельный комплекс, объединяющий технические средства навигации, освещения морской обстановки, связи, управления движением и координированным маневрированием корабля.

По требованию заказчика реализована функция автоматизированного документирования процессов управления кораблем в виде электронных журналов (навигационный журнал, журнал маневренных карточек, журнал навигационной радиолокационной станции, механический журнал, журнал технических средств) отображаемых как на рабочих местах (АРМ и РМ), так и в каютах личного состава с разделением по соответствующему заведованию.

На головном корабле пр. 22460 была установлена и успешно прошла испытания система координированного управления СКУ-22460 разработки ЗАО «Транзас», предназначенная для управления кораблем на малых ходах с помощью единой рукоятки управления (джойстика). Система СКУ-22460 позволяет удерживать судно на курсе, в заданной точке, а также двигаться лагом с учётом действующего ветра и ограничений мощности подруливающего устройства и винтов регулируемого шага.

Следующим поколением развития НТК явилось создание интегрированной системы управления кораблем (ИСУК «Мателот-22100») в рамках договора с ОАО «Зеленодольский судостроительный завод им. А.М. Горького» по оснащению головного сторожевого корабля первого ранга пр. «Океан». ИСУК построена по идеологии АСУ тактического управления кораблем (рис. 5), в которой центральным звеном ИСУК является подсистема сбора,

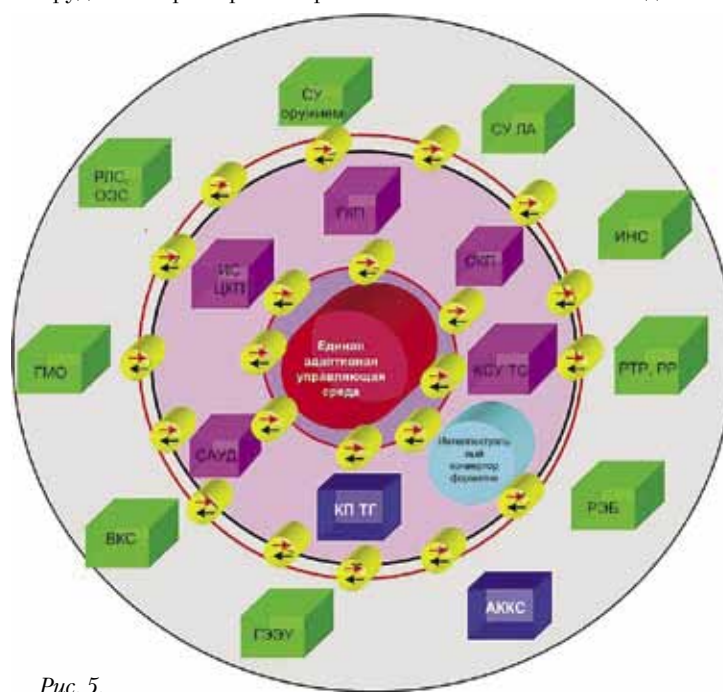


Рис. 5.

обработки и регистрации информации – вычислительное ядро системы. Это ядро обеспечивает все подсистемы исходными данными, организует информационный обмен, синхронизирует их работу, обеспечивает реконфигурацию при отказах.

В ИСУК реализована многоуровневая сетевая архитектура, построенная на основе высокоскоростных до 10 Gb/s GigabitEthernet каналов с разделением сетей по типам информации и реализацией технологии виртуальных сетей, в частности, для тренировочного режима. Разработка ПО осуществляется по кросс-платформенной технологии, что позволяет в системе одновременно использовать различные ОС (МСВС, AltLinux, Windows), в зависимости от функциональных задач на различных уровнях ИСУК.

Другими особенностями ИСУК являются:

- интеграция системы управления техническими средствами,
- интеллектуальные средства внешнего и внутреннего видеонаблюдения с использованием сетевым видеокamer различного типа и исполнения, а также с трансляцией видеоданных от оптико-электронных систем с возможностью управления визиром с любого АРМ и визуализацией процесса наведения и стрельбы,

- экспертные системы руководителя полетов в СКП и ЦКП по обеспечению безопасности полетов авиации и организации взлета/посадки вертолета,
- интеллектуальная автоматизированная система технического контроля и диагностики, обеспечивающая совместную обработку около 1500 сигналов о состоянии линий связи, температуры процессоров, состояния программного обеспечения, наличия свободного места на накопителях и т.д.,

- центральный командный пост с автоматизированным решением управленческих, оперативно-тактических, информационно-расчетных и аналитических задач при организации оперативно-служебной деятельности корабля,

- виртуализация приборов дистанционного контроля и управления, настройки, тестирования, реконфигурации структуры и поиска неисправностей,
- открытая архитектура, позволяющая осуществлять модификацию системы и ее масштабируемость.

В 2012 г. ЗАО «Транзас» изготовило и совместно с ОАО «НИИСА» установило на пограничных кораблях береговой охраны разных типов **восемь тактических навигационно-связных комплексов (ТНСК)** в различных модификациях.

Основным функциональным назначением комплекса ТНСК «Рубеж» яв-

ляется автоматизация процессов сбора, обработки, отображения и приема-передачи навигационной и тактической информации в береговую автоматизированную систему технического контроля (АСТК) надводной обстановки с использованием технических средств корабельно-катерного состава пограничных органов ФСБ.

Основное преимущество данного изделия – интеграция на единой картографической основе трех ранее автономно поставляемых систем: электронно-картографической навигационной информационной системы, системы освещения общей морской обстановки, тактических задач маневрирования корабля и мониторинга передвижения осмотровых групп.

Таким образом, комплекс ТНСК «Рубеж» является универсальным инструментом, позволяющим совместить навигационный и тактический контур пограничного корабля, и обеспечить передачу и получение данных по общей морской обстановке между кораблем и АСТК.

ФЦП «РАЗВИТИЕ ГРАЖДАНСКОЙ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ»

В прошлом году в рамках ФЦП «Развитие гражданской морской техники» завершены работы по созданию опытных образцов:

- судовой информационно-справочной системы для обеспечения безопасности мореплавания и поддержки принятия решений при бедствии судов рыболовецкого флота в районах промысла (ИСС-БМР);

- универсального многофункционального автоматизированного рабочего места оператора АСУ ТП морских объектов нефтегазодобывающих промыслов (АРМ ДК).

ИСС-БМР своими функциональными возможностями дополняет интегрированные мостиковые системы и обеспечивает:

- проверку регистрационных данных и состояния конкретных объектов ГМССБ;
- идентификацию и оперативный отбор объектов ГМССБ из рабочей таблицы и/или карты по любому показателю;

- опознавание МСКЦ, ответственного за поиск и спасание в районе, и предоставление отчета по его характеристикам, исходя из имеющихся координат судна, указанных в формате бедствия или по путевым точкам проложенного маршрута следования;

- мониторинг мировой сети поисково-спасательных служб и их зон ответственности, а также береговых станций цифрового избирательного вызова (ЦИВ) ГМССБ, системы Инмарсат и службы НАВТЕКС (рис. 6);



Рис. 6

- оценку качества и перечня услуг ГМССБ при следовании по определенному маршруту или нахождении в конкретном районе;

- анализ дислокации объектов связи, поиска и спасания ГМССБ (ЦИВ УКВ, ПВ, КВ, НАВТЕКС, МСКЦ, АСКЦ и т.п.);
- изучение по карте зон ответственности стран, в масштабе определенного поисково-спасательного района и расположения в нем береговых станций ЦИВ и станций НАВТЕКС с указанием географического названия пункта расположения и отображения на карте дальности действия каждого (цветовой заливкой, рис. 7).



Рис. 7

Универсальный многофункциональный АРМ-ДК предназначен для использования в составе АСУ технологическими процессами морских объектов нефтегазодобывающих промыслов (АСУ ТП) для создания единого центра мониторинга и управления всеми технологическими процессами объекта и может быть установлен как на судовых, так и береговых постах управления.

АРМ ДК (рис. 8) является системой верхнего уровня и обеспечивает:

- получение оператором необходимого объема визуализированной информации о состоянии и работе технологических комплексов, процессов и отдельных механизмах в составе АСУ ТП;

- эргономичное управление всеми техническими средствами добычного комплекса;

- мониторинг окружающей среды на промысле и проведение противоаварийных мероприятий;

- решение прочих задач эксплуатации добычного комплекса.



Рис. 8.

Оператор АРМ ДК имеет возможность интерактивного управления оборотом морских добычных объектов и технологическими процессами, а так же просмотра развития событий в режиме ускоренного времени.

Универсальность АРМ ДК заключается в возможности настройки его на различные технологические процессы и комплексы, надводное и подводное добычное оборудование в зависимости от вида добываемого продукта и особенностей месторождения, транспортировки и размещения. Это обеспечивается соответствующей настройкой программного обеспечения.

В АРМ ДК обеспечены:

- двухуровневый пользовательский интерфейс, настраиваемый на конкретный вид технологического процесса (рис. 9);

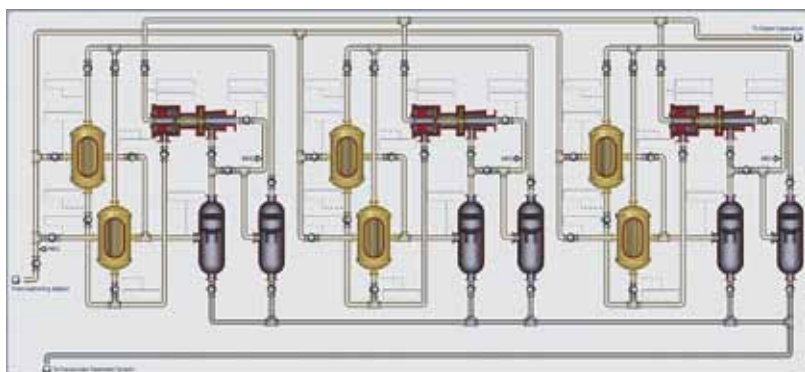


Рис.9.

- отображение схемы технологического процесса в полном объеме;
- пользовательский интерфейс на основе узнаваемых 3D-образов реальных объектов управления;
- использование мониторов с сенсорными экранами для управления оборудованием с использованием интерактивных мнемосхем на рабочих местах операторов.

ФЦП «ГЛОБАЛЬНАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА»

Как и в предыдущие годы, в 2012 г. компания «Транзас» принимала активное участие в реализации ФЦП «Глобальные навигационные системы».

Введены в эксплуатацию Проведены пусконаладочные работы и приемно-сдаточные испытания контрольно-корректирующей станции «АКВА-Станция» и радиомаячного оборудования в Арктике, на островах Андрея, Столбовой и Каменка.

Проведены пусконаладочные работы и приемосдаточные испытания комплекса оборудования морской дифференциальной подсистемы (МДПС) в составе ККС «АКВА-Станция» и радиомаяка «Янтарь – 1000». Работы выполнены в полном объеме. Оборудование МДПС на острове Андрея введено в режим опытной эксплуатации.

По теме «СТК-навигация-2012» компанией «Транзас» изготовлено и поставлено бассейновым управлениям Минтранса:

- 3 комплекта автоматизированных промерно-изыскательских комплекса (АПИК), предназначенных для производства гидрографических работ на реках и водохранилищах с целью автоматизированного сбора и обработки батиметрических и геодезических данных для составления и корректировки электронных карт внутренних водных путей;
- 25 комплектов судовых обстановочных комплексов (СОК), предназначенных для сбора и обработки навигационной и гидрографической информации при производстве путевых работ на ВВП в целях контроля состояния судовых ходов и их навигационного ограждения

для осуществления навигационно-гидрографического обеспечения безопасности плавания на внутренних водных путях и корректировки электронных навигационных карт;

- 5 комплектов систем координированного управления позиционированием (СКУП), предназначенных для позиционирования земснаряда на прорези при навигационно-гидрографическом обеспечении дноуглубительных работ.

По теме «Карта-Река-2012» на основе промерно-геодезических работ судовых ходов внутренних водных путей (ВВП), проведения и обработки космоснимков созданы:

- базы данных для составления и обновления электронных навигационных карт (ЭНК) на участки ВВП общей протяженностью 11217 км;

- комплект ортофотопланов на участки ВВП общей площадью 40 679,7 км²;

- комплект новых и обновленных ЭНК на участках ВВП общей протяженностью 11 415 км, проверенных на соответствие правилам кодирования, требованиям по составу и качеству информации и РД 152-012-01.

По НИР «Мониторинг-передача ЭНК-2012» разработана концепция создания и развития комплексной автоматизированной системы сбора и оперативной передачи актуализированных электронных навигационных карт на суда подведомственных Росморречфлоту организаций в речных бассейнах Сибири и Дальнего Востока.

Ее особенностью заключается в том, что для различного типа пользователей, АПК, СОК, СКУП, ЭКНИС, лоцманских АИС, СУДС, систем мониторинга, используется единая электронная картография ведомственного картфонда с обеспечением ее актуализации и регулярной корректировкой. В качестве технологической базы распространения ЭНК используется АСР ЦКИ «Дельта», созданная ранее по теме «Карта-Река-2010-2011», расширенная каналами передачи и доставки ЭНК.

Компанией «Транзас» выполнена реконструкция Системы управления движением судов (СУДС) в восточной части Таганрогского залива.

В рамках данного проекта поставлены в дополнение к существующим:

- 4 базовые станции АИС Т-214;
- обновлено программное и аппаратное обеспечение Центра СУДС;
- установлена контрольно-корректирующая станция (ККС) для выработки и передачи по радиоканалу АИС дифференциальных поправок ГЛОНАСС/GPS.

Все базовые станции подключены к национальной сети АИС РФ (РИИС) и к ведомственной системе Минтранса «MoRe». Система полностью сдана в эксплуатацию в сентябре 2012 г.

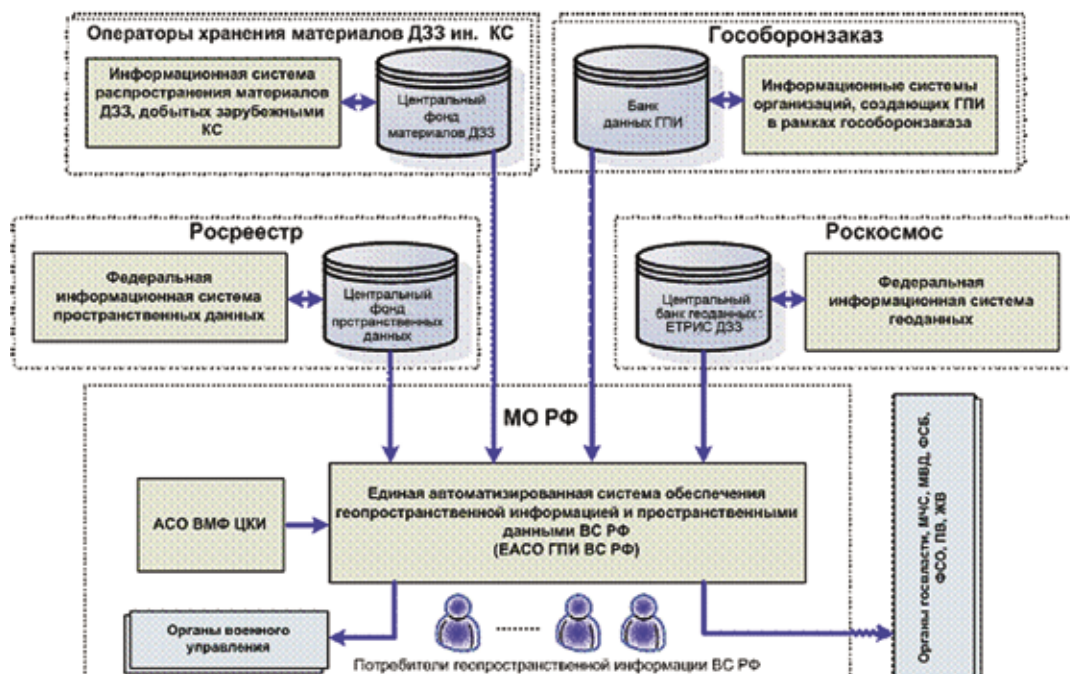


Рис. 10

Для проекта СУДС Де-Кастри» осуществлена поставка оборудования двух базовых станций «Транзас Т-214». Станции подключены к ЦУ СУДС и используются в СУДС для получения динамической и статической информации, а также для передачи сообщений в адрес судов.

Подписан государственный контракт на проектирование СУДС Кандалакша, в составе которой предусмотрена подсистема базовой станции АИС.

На базе программно-аппаратного комплекса береговых сетей АИС Transas AIS Network построена национальная сеть АИС РФ (Региональная информационная система наблюдения за судоходством – РИС), которая является источником данных АИС для ведомственной системы Минтранса «MoPe». Сеть включает в себя многочисленные базовые и приемные береговые станции АИС (в составе СУДС, а также диспетчерских морских администраций портов, диспетчерских бассейновых управлений на ВВП и др). ГНСС ГЛОНАСС является существенной составляющей сети, так как ее данные используются для синхронизации доступа к радиоканалу, а также для выработки данных места судовой и береговыми станциями АИС.

В начале осени «Транзас» осуществил поставку и ввод в эксплуатацию программно-аппаратного комплекса РИСечной информационной системы на реке Днепр. Система входит в состав национальной Речной информационной службы (РИС) на ВВП Украины и также охватывает акваторию реки Дунай. Созданная по заказу Министерства инфраструктуры Украины РИС «Днепр» включает в себя последние разработки

компании, в том числе в области е-навигации, и не имеет аналогов на территории СНГ. Особенность проекта – информационный Web-портал для интеграции информации от различных подсистем РИС и ее предоставления в режиме реального времени

Выполнены проекты Инженерно-технической системы обеспечения транспортной безопасности (ИТСО-ТБ) на акваториях морских портов Выборг и Высоцк.

Системы ИТСОТБ производства ЗАО «Транзас» используются для предотвращения актов незаконного вмешательства на территории морских портов. Для обнаружения актов вторжения используются данные тепловизионного и видеонаблюдения, данные РЛС, АИС и др. Подсистема ГНСС ГЛОНАСС используется для синхронизации данных, выдачи данных о местонахождении сил и средств реагирования, а также для идентификации судов в акватории ответственности. Зона действия системы покрывает акваторию портов, якорные стоянки и подходы к ним.

В 2012 г. компанией «Транзас» было изготовлено и поставлено свыше 300 комплектов приемников ГНСС ГЛОНАСС, свыше 500 комплектов автоматических идентификационных систем (АИС) различных классов, около 200 комплектов АИС для нужд ГБУ.

БЕРЕГОВЫЕ СИСТЕМЫ

В 2012 г. была разработана, изготовлена и прошла государственные испытания Единая автоматизированная система обеспечения Вооруженных сил РФ геопрозрастной информацией (ЕАСО ВС РФ ГПИ), которая предназначена для сбора, учета, хранения, ти-

ражирования и доведения геопрозрастной информации до штабов, пунктов управления соединений и частей.

Место ЕАСО ВС РФ ГПИ в структуре обеспечения геопрозрастной информацией показано на рис. 10.

Эта система решает следующие основные задачи:

- сбор от первичных источников, учет, хранение и предварительную обработку ГПИ, проведение ее аудита;
- ввод, учет, накопление и хранение ГПИ в банках данных;
- организацию и ведение электронных каталогов всех видов ГПИ;
- формирование отчетных и информационных документов о наличии ГПИ;
- формирование запросов (заявок) на предоставление всех видов ГПИ и метаданных на них;
- учет и обработку запросов (заявок) и формирование массивов ГПИ для выдачи потребителю;
- тиражирование ГПИ на внешний носитель информации;
- автоматическую синхронизацию (репликацию) состава и содержания баз данных ГПИ и ее метаданных разных уровней по заданному регламенту;
- формирование и ведение баз метаданных.

Как мы видим, группа «Транзас» активно работает в течение всего года, что позволяет ей более 20 лет подряд по праву занимать лидирующие позиции и удовлетворять запросы самых требовательных заказчиков. Именно стремление к внедрению инноваций, ответственность на всех уровнях и высококвалифицированный персонал позволяют сохранять неизменно высокое качество продукции и обеспечить надлежащее сервисное обслуживание. ■

Как показывает опыт создания программных средств подготовки корабельных специалистов (ПСП), до сих пор у разработчиков нет единого представления о том, что такое комплексная обучающая система (КОС), каковы ее структура и учебные функции. В этой связи возникает необходимость определения назначения, состава и требований, которым должен соответствовать этот вид ПСП.

Комплексная обучающая система – это программное средство профессиональной подготовки корабельных специалистов с динамическими мнемосхемами на базе адекватных математических моделей корабельных технических средств (КТС) и/или окружающей среды, с помощью которого в наглядном виде воспроизводятся структура и динамика состояний КТС или процесса функционирования, а также алгоритм управления ими в условиях реального и/или масштабного времени.

Сенсорное и моторное поля обучающегося имитируются на основе электронных средств отображения (мониторов). Предусматривается как индивидуальная, так и групповая подготовка специалистов. Программа обеспечивает контроль за действиями обучающегося при управлении КТС на различных режимах работы и оценку его действий [1].

Как следует из этого определения, дополнением учебной и методической информации динамическими мнемосхемами на основе математических моделей достигается имитация процессов, происходящих в реальных КТС. Таким образом, на этапе предтренажерной подготовки создаются возможности для приобретения обучающимися понятийных навыков управления КТС, как индивидуально, так и в составе группы.

Обязательным условием реализации комплексной обучающей системы (КОС) является наличие в ее составе автоматизированного контроля работы оператора (рис. 1).

Высокая степень подобия имитируемых рабочих мест операторов (РМО) обеспечивается использованием облика панелей управления, видеокадров и пр., эргономически адекватных реальным системам управления КТС. Для обеспечения полноценного (с точки зрения учебных задач) функционирования КОС в ее состав должны входить:

- локальная вычислительная сеть (ЛВС);
- рабочее место руководителя обучения (РМРО);

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ РАБОТЫ ОПЕРАТОРА В КОМПЛЕКСНОЙ ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЕ

*В.В. Кобзев, д-р техн. наук, проф., зам. начальника отдела,
А.Д. Ляжкин, канд. техн. наук, гл. конструктор,
В.К. Позняк, канд. техн. наук, доц., руководитель группы,
Д.К. Шилов, инженер, ОАО «Концерн «НПО «Аврора»,
контакт. тел. (812) 292 9558*

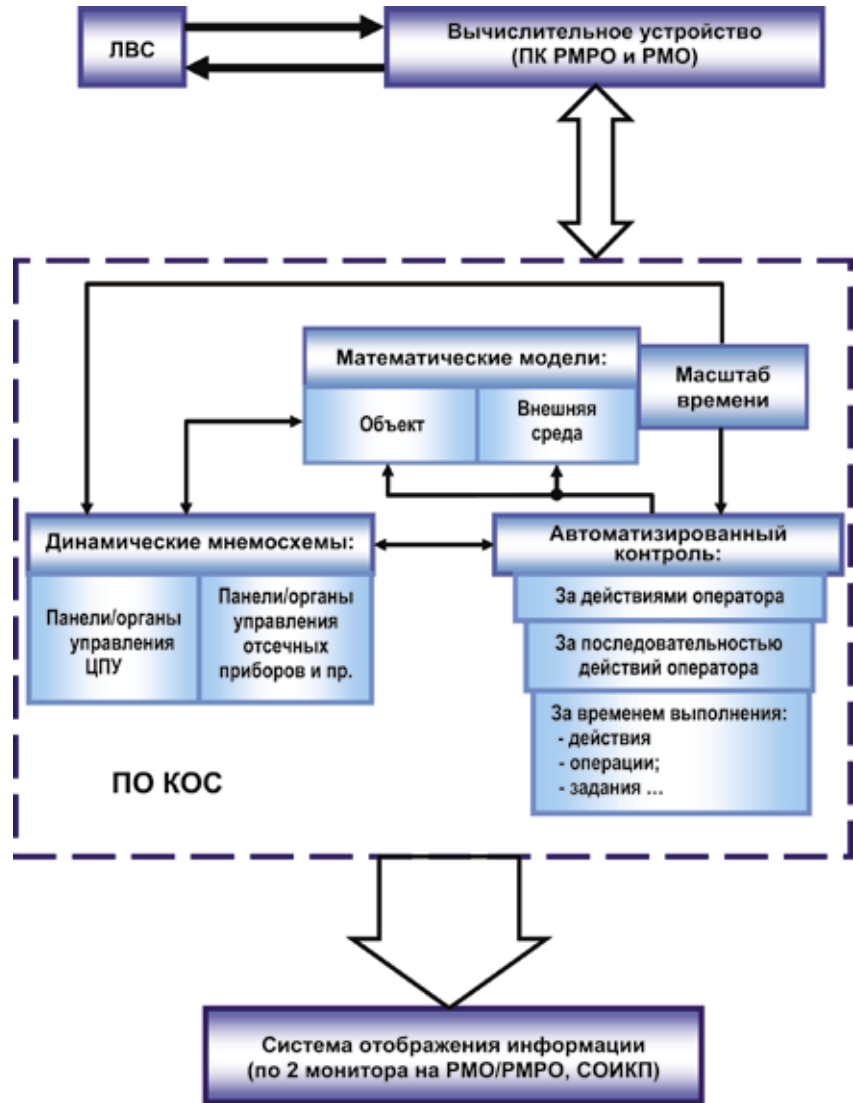


Рис. 1. Структурная схема комплексной обучающей системы

- рабочие места операторов;
- моделирующее устройство (МУ);
- автоматизированный контроль;
- система отображения информации коллективного пользования (СОИКП) и другие вспомогательные элементы.

Как правило, КОС аппаратно реализуется в виде учебного компьютерного класса с большим или меньшим количеством рабочих мест операторов. Один из возможных вариантов на во-

сем рабочих мест показан на рис. 2.

Средства отображения информации коллективных пользователей (СОИКП) состоит в данном варианте из проектора и экрана. С их помощью проводится разбор учебных занятий, отмечаются типовые ошибки обучающихся. Возможна реализация СОИКП с помощью телевизора. Помимо отработки понятийных навыков управления достоинством КОС является возможность тиражирования

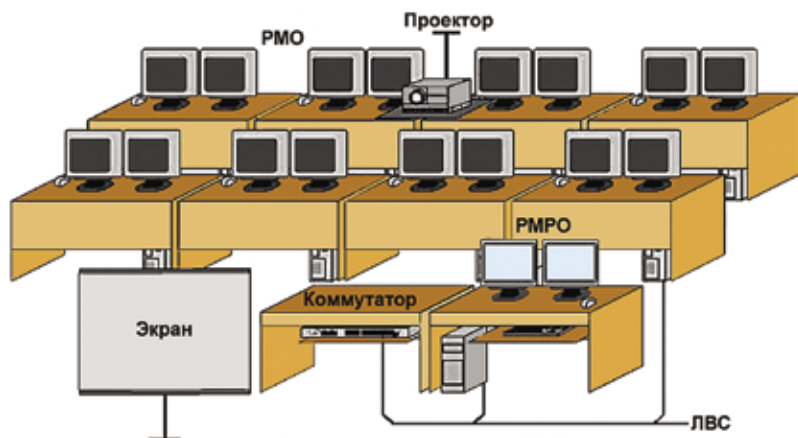


Рис. 2. Аппаратурная реализация КОС

РМО, что увеличивает ее пропускную способность.

ИСХОДНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Для реализации автоматического контроля уровня обученности оператора в КОС целесообразно воспользоваться принципом эталона, суть которого заключается в следующем: при обработке понятийных навыков обучающийся и руководитель обучения руководствуются инструкциями по управлению видами корабельных технических средств, которые должны неукоснительно выполняться. Если подобную инструкцию взять за эталон, то отклонения от нее и будут ошибками обучающегося.

Необходимо учесть ограничение данного подхода, а именно: рассматривается декартено-логического типа, которая представляется в виде последовательно выполняемых операций, имеющих начало и конец. Последовательность операций обуславливается логикой алгоритма управления. Основные ошибки, которые допускают обучающиеся:

- пропуск операций;
- добавление и перестановка операций;
- замена операций;
- несоблюдение временных интервалов между операциями [3].

Реализация принципа эталона в рамках КОС будет заключаться в сравнении операций управления, реализуемых на РМО обучающимся, с эталонными операциями, записанными на сервере руководителя обучения, по показателям безошибочности и своевременности. Сами операции будем подразделять по видам управления и наличию резервного канала управления следующим образом:

$$m = \begin{cases} 1 - \text{операция выполняется вручную;} \\ 2 - \text{операция выполняется дистанционно;} \\ 3 - \text{операция выполняется автоматически;} \end{cases}$$

$$\lambda = \begin{cases} 0 - \text{резервного канала нет;} \\ 1 - \text{резервный канал есть.} \end{cases}$$

Для формализации дальнейших рассуждений примем следующие обозначения: N – число обучающихся специалистов; c – порядковый номер РМО; r – число операций управления, выполняемых на конкретном РМО; i – порядковый номер операции управления; $t_{c,i}^H$ – начало выполнения обучающимся с i -й операции; $t_{c,i}^K$ – окончание выполнения обучающимся с i -й операции; q – общее число операций управления.

ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ НА РМО

Как уже отмечено выше, на сервере руководителя обучения записывается инструкция по управлению конкретным видом КТС как эталон, к которому должен стремиться оператор при выполнении учебного задания. Степень достижимости эталона и будет определять уровень обученности оператора в рамках КОС.

Предварительно проводится методическая обработка инструкции с учетом учебной программы, времени обучения и регламента учебных занятий. Инструкция делится на зоны, соответствующие темам программы подготовки с учетом двух-, четырех- или шестичасовых практических занятий. Руководитель обучения, таким образом, имеет возможность давать индивидуальные задания каждому обучающемуся.

В общем виде это выглядит следующим образом:

$$M = \sum_{i=1}^q r_c,$$

где r_c – число операций, выполняемых обучающимся на конкретном РМО (c); M – общее число строк в таблице исходной информации на РМО.

Нормативного времени выполнения эталонной операции в инструкции по управлению нет. Оно может быть определено статистически, экспери-

ментально или методом экспертных оценок.

Исходная информация на РМО показана в табл. 1.

Нормативное время выполнения эталонной операции, вид операции и наличие резерва не соответствуют реальному случаю, а приведены из методических соображений.

В конкретном случае порядковые номера эталонных операций лучше делать сквозными.

ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ НА РМО

Обучающиеся обладают разной степенью профессиональной подготовки, предельным случаем которой является подготовка «с нуля».

При первичной отработке целесообразно не ограничивать обучающегося временными рамками, а акцентировать его внимание на безошибочном выполнении учебного задания. По мере повышения понятийных навыков управления можно вводить временные показатели, постепенно доводя их до нормативных.

Исходная информация на РМО для начальной стадии обучения представлена в табл. 2.

Перечень эталонных операций и порядок их следования дается обучающемуся в качестве подсказки, которой он может воспользоваться на любой операции учебного задания. Время реализации отдельных операций и время отработки всего задания не ограничиваются.

Исходная информация на РМО для заключительной стадии обучения (в том числе и для контроля) представлена в табл. 3. Из сравнения табл. 2 и табл. 3 следует, что на заключительной стадии предтренажерной подготовки оператора КТС подсказка обучающемуся убрана, но добавлены фиксация времени выполнения конкретных (реальных) операций и порядок их следования. Очевидно, что возможны и какие-то промежуточные варианты.

ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРЕДЛАГАЕМОГО ПОДХОДА

1. Инструкция по управлению КТС методически обрабатывается в виде тем учебных заданий, которые последовательно включают все разделы инструкции. Перечень эталонных операций должен содержать все операции инструкции по управлению. Назначается нормативное время выполнения эталонных операций. Если нет возможности нормировать время каждой операции, то нормируется время выполнения блока операций, части алгоритма и т. п.

2. Исходная информация в виде табл. 1 записывается на сервере РМО.

Исходная информация на РМРО

Учебное задание		Наименование эталонной операции управления в соответствии с инструкцией	Порядковый номер эталонной операции [i_3]	Нормативное время выполнения эталонной операции, с	Вид операции [m]	Наличие резерва [λ]	Порядковый номер РМО [с]	Ф.И.О. обучающегося
№	Наименование							
1			1	2	2	1	1	
			2	4	3	1		
			3	7	2	0		
			i	...	m	λ		
2			1	3	1	1	2	
			2	5	2	1		
			3	2	3	1		
			i	...	m	λ		
3			1	4	3	0	3	
			2	5	3	0		
			3	7	3	1		
			i	...	m	λ		
...			
n			i_3	$t_{нор}$	m	λ	c	N

Примечание: i_3 – порядковый номер эталонной операции управления; n – число учебных заданий; $t_{нор}$ – нормативное время выполнения эталонной операции управления

Таблица 2

Исходная информация на РМО (начальная стадия обучения)

Учебное задание		Наименование эталонной операции управления в соответствии с инструкцией	Порядковый номер эталонной операции [i_3]	Наименование реальной операции управления	Порядковый номер реальной операции [i_p]	Вид операции [m]	Наличие резерва [λ]	Порядковый номер РМО [с]	Ф.И.О. обучающегося
№	Наименование								
			1_3		1_p	2	0	c	
			2_3		2_p	3	1		
				
			i_3		i_p	m	λ		

Примечание: i_p – порядковый номер реальной операции управления

Таблица 3

Исходная информация на РМО (заключительная стадия обучения)

Учебное задание		Наименование реальной операции управления	Порядковый номер операции в реальном алгоритме [i_p]	Начало выполнения операции [$t_{c,i}^H$]	Окончание выполнения операции [$t_{c,i}^K$]	Вид операции [m]	Наличие резерва [λ]	Порядковый номер РМО [с]	Ф.И.О. обучающегося
№	Наименование								
			1_p	$t_{c,1}^H$	$t_{c,1}^K$	2	1	c	
			2_p	$t_{c,2}^H$	$t_{c,2}^K$	2	1		
				
			i_p	$t_{c,i}^H$	$t_{c,i}^K$	m	λ		

Примечание: $t_{c,i}^H$ – начало выполнения обучающимся со своей i -й операции; $t_{c,i}^K$ – окончание выполнения обучающимся со своей i -й операции

Факторы, учитывающие качество операций управления (вид, наличие резерва), могут уточняться, дополняться или исключаться по мере необходимости.

3. Для учебной группы с начальной стадией обучения исходная информация на каждом РМО записывается в виде табл. 2. На заключительном этапе предтренажерной подготовки исходная информация на РМО записывается в виде табл. 3, а первоначальная исключается или блокируется. Для учебной группы с разным уровнем подготовки операторов может быть использован комбинированный вариант записи исходной информации на РМО.

4. Реальные действия обучающихся (реальные операции управления и время их выполнения) с каждого РМО передаются по ЛВС на сервер РМРО и документируются. В дальнейшем они сравниваются с эталонными показате-

телями и делается вывод о степени выполнения учебного задания. Руководитель обучения имеет возможность проследить динамику роста уровня обученности каждого оператора за весь период подготовки в рамках КОС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кобзев В.В., Шилов К.Ю. Методы создания технических средств обучения корабельных операторов. – СПб.: Наука, 2005, 156 с.
2. Кобзев В.В., Позняк В.К. Программные средства подготовки операторов систем управления кораблей. – Системы управления и обработки информации: научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». – СПб., 2010, вып.19.
3. Шилов К.Ю., Кобзев В.В. Контроль работы оператора в автоматизированных системах обучения. //Системы управления и обработки информации; научн.-техн. сб. /ОАО «Концерн «НПО «Аврора». – СПб., 2011, вып.22. ■

Одним из основных условий эксплуатации танкеров, цистерн, транспортирующих газовый конденсат, углеводородное топливо, является их пожаровзрывобезопасность [1].

Как известно, углеводородное топливо – хороший изолятор, имеющий объемное сопротивление $10^{10...13}$ Ом, которое приводит к созданию электростатического заряда при трении топлива о стенки трубопровода. Причем с увеличением скорости заливки углеводородного топлива возрастает потенциал заряда внутри резервуара. Образование статического заряда приводит к созданию взрывоопасных условий в среде резервуара, насыщенной парами углеводорода. Чем больше постоянная времени релаксации объемного заряда углеводорода, тем меньше должна быть скорость перекачки и тем больше требуется времени для заполнения резервуара. Знание постоянной времени τ позволяет определить максимальную скорость закачки, при которой обеспечивается взрывобезопасность. Для нейтрализации заряда применяют различные способы: внутри трубопровода устанавливают нейтрализаторы объемного заряда, представляющие собой штыри, уменьшают скорость заливки топлива, вводят специальные добавки в топливо, снижающие его удельное сопротивление [2–4]. Все это увеличивает время простоя судна и удорожает топливо.

В ЦНИИ СЭТ (Санкт-Петербург) был предложен способ наполнения танка судна топливом с переменной скоростью. Пока танк пустой, скорость наполнения небольшая, по мере наполнения скорость возрастает. Для определения начальной скорости наполнения необходимо заранее определить величину удельного сопротивления топлива или величину постоянной времени релаксации τ_r (разряда) объемного заряда топлива, равную произведению R_T и C_T , где R_T – сопротивление топлива, C_T – емкость ячейки, которая заполнена топливом.

Нахождение этих величин возможно только специализированными приборами. Затем по таблицам определяют безопасное значение начальной скорости прокачки топлива (0,1).

Одним из таких приборов, входящих в состав комплекса аппаратуры по обеспечению безопасности, является измеритель постоянной времени τ_r релаксации объемного заряда углеводородного топлива (в дальнейшем – измеритель постоянной времени релаксации).

В работе [3] описывается один из возможных вариантов реализации на практике подобного измерителя постоянной времени релаксации. В нем в качестве усилителя использовались интегратор тока с большим коэффициентом уси-

ИЗМЕРИТЕЛЬ ПОСТОЯННОЙ ВРЕМЕНИ РЕЛАКСАЦИИ ОБЪЕМНОГО ЗАРЯДА УГЛЕВОДОРОДОВ

Г.И. Авербух, *вед. инженер,*

А.В. Бурдуков, *инженер-схемотехник, ОАО «Вибратор»,
контакт. тел. (812) 598-92-00, e-mail okb@vibrator.spb.ru*

ления $10^{6...8}$ и цилиндрическая ячейка с плоскими электродами. Ячейка изготавливалась из изоляционного материала с нанесением на вертикальные внешние стенки полупроводящего слоя, а на плоские электроды – изоляционного слоя. Значение τ_r определялось по следующему алгоритму: на электроды ячейки подавалось напряжение с опорного источника с помощью контактов реле, емкость ячейки с залитым испытуемым углеводородом заряжалась. Затем контакты реле размыкались, и происходил свободный разряд емкости ячейки на емкость интегратора. Измерялось время заряда током емкости ячейки емкости интегратора, ток заряда усилительной схемой интегратора поступал на индикаторный стрелочный прибор, где и фиксировалась постоянная времени релаксации объемного заряда.

Ячейка с плоскими электродами имеет собственную полезную емкость $C_{\text{я}}$ относительно корпуса порядка 5 пФ. Паразитная емкость монтажа относительно корпуса составляет 17 пФ и складывается с емкостью ячейки. Кроме того, присутствует входная емкость интегратора равная 20–40 пФ, которая подключается параллельно и также складывается с емкостью ячейки. При заполнении ячейки топливом собственная емкость ячейки увеличивается в $\epsilon_r = 2\text{--}2,5$ раза ($C_T = \epsilon C_{\text{я}}$, где $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$) и составляет 10...12,5 пФ, но, тем не менее, она остается существенно меньше суммарной емкости – паразитной монтажа и входной интегратора. В результате постоянная времени разряда объемного заряда определялась как $\tau_r = R(C_T + C_{\text{пар}} + C_{\text{вход}})$, которое значительно больше времени разряда собственной емкости ячейки с топливом $\tau_r = RC_T$, где C_T – электроемкость ячейки с топливом, $C_{\text{пар}}$ – паразитная емкость монтажа, $C_{\text{вход}}$ – входная емкость усилителя интегратора.

В рассматриваемом варианте ячейки с плоскими электродами электрическая емкость равна всего 5 пФ, так как объем полости между электродами должен быть небольшим и составляет, как правило, 450–500 мл. Это необходимо для обеспечения требований искровзрывобезопасности устройства. Увеличение объема ячейки приводит к увеличению объема углеводорода и его испарения, что при подаче напряжения на электроды ячейки может понизить безопасность прибора.

Кроме того, полезный сигнал зашумлен помехами, наводимыми на измерительную ячейку от электропроводки и прочих источников, на фоне которых при токах 360–400 фА довольно сложно выделить полезный сигнал.

Вывод: измерять постоянную времени релаксации объемного заряда прямым методом при использовании ячейки с плоскими электродами невозможно, так как емкость ячейки мала, и при этом погрешность измерения слишком велика.

Необходима ячейка с большой собственной емкостью, значительно превосходящей емкость монтажа и входную емкость усилителя: $C_T > (C_{\text{пар}} + C_{\text{вход}})$.

В Санкт-Петербурге на «Приборостроительном заводе «Вибратор» совместно с ЦНИИ СЭТ был создан прибор для определения постоянной времени релаксации τ_r объемного заряда жидких углеводородов (прибор Ф1849) с ячейкой, в которой электрическая емкость больше емкости ячейки с плоскими электродами, а емкость объема составляет 260 мл. Измерялся не заряд с помощью интегратора, а напряжение разряда электроемкости ячейки. В качестве усилителя использовался инструментальный усилитель на м/с INA116 с большим входным сопротивлением 10^{15} Ом и входной емкостью 5 пФ, который усиливал ток в режиме повторителя. Измерение напряжения релаксации привело к упрощению схемы усилителя, что в свою очередь привело к значительному уменьшению паразитной монтажной емкости.

Прибор (рис. 1) состоит из измерительной ячейки, инструментального усилителя, вторичного прибора и источника питания от сети 220 В 50 Гц. Измерительная ячейка в разрезе показана на рис. 2.

Как видно из рис. 2, верхняя часть ячейки изготавливается в виде половины шара, электроемкость ячейки при этом увеличивается и становится больше, чем в ячейке, изготовленной в виде цилиндра. Поверхность внутреннего электрода подобна внутренней поверхности внешнего электрода, в результате электростатическое поле внутри полости ячейки, как цилиндрической, так и шаровой, равномерное, без искажений. Это позволяет точнее измерять разрядное напряжение, чем в ячейке с плоскими электродами. Суммарный объем ячейки цилиндрической и шаровой составляет 260 мл, что меньше



Рис. 1. Измеритель постоянной времени релаксации

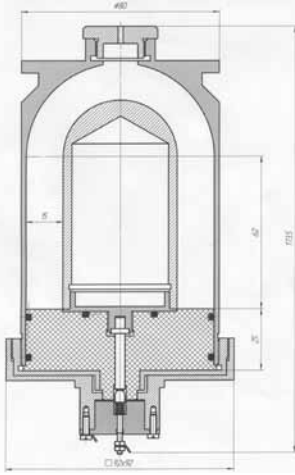


Рис. 2. Измерительная ячейка в разрезе

объема ячейки с плоскими электродами. Внешний электрод соединяется с «землей» прибора, что исключает возможность паразитных наводок на центральный электрод. С центрального электрода снимается полезный сигнал. В полость между электродами заливается исследуемое углеводородное топливо. Собственная емкость ячейки $C_{я}$ в такой конструкции увеличивается до 14–15 пФ.

$$C_{я} = C_{ш} + C_{ц},$$

$$где C_{ш} = \frac{2 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot R_1 \cdot R_2}{R_2 - R_1}; C_{ц} = \frac{2 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot h}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}$$

Здесь $C_{ш}$ – емкость шаровой части ячейки; $C_{ц}$ – емкость цилиндрической части; R_1 – наименьший радиус внутренней полости ячейки; R_2 – наибольший радиус внутренней полости ячейки; ϵ_r – 1,5–2,5 – относительная диэлектрическая постоянная топлива; ϵ_0 – $8,85 \cdot 10^{-12}$ – диэлектрическая проницаемость вакуума; ϵ – диэлектрическая постоянная топлива.

Рассмотрим работу и особенности ячейки и усилителя. На рис. 3 приведена функциональная схема усилителя сигнала, использованного в приборе.

В процессе разряда участвует не только проводимость топлива в объеме ячейки, но и сопротивление утечки цепей слабого сигнала относительно «земли». Для уменьшения шунтирующего влияния входного сопротивления усилителя была использована специализированная микросхема инструментального усилителя напряжения с большим входным сопротив-

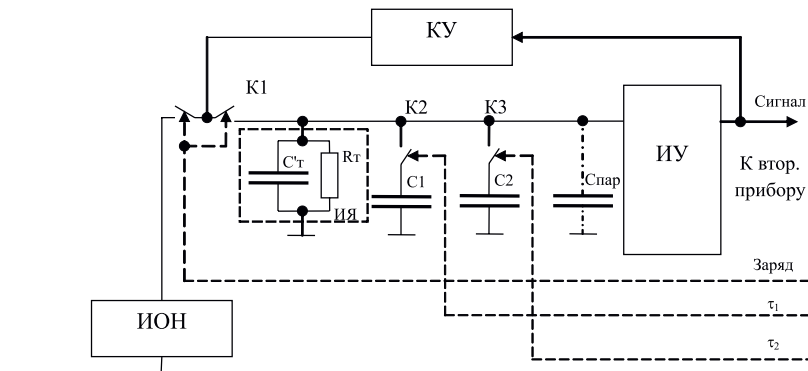


Рис. 3. Функциональная схема преобразователя

КУ – компенсатор утечки; ИОН – источник опорного напряжения; ИУ – инструментальный усилитель; K1 – K3 – коммутирующие реле; ИЯ – измерительная ячейка; C1 и C2 – добавочные конденсаторы

лением 10^{15} Ом и включена в режиме повторителя напряжения, что обеспечивает максимальную линейность. Для дальнейшего снижения влияния сопротивления утечки печатной платы и инструментального усилителя в схему введен компенсатор утечек. Компенсатор устанавливается в цепь обратной связи и подключается к средней точке соединения двух нормально разомкнутых контактов реле, которые подключают/отключают опорный источник питания к ячейке и входу инструментального усилителя. На контакты реле подается напряжение с компенсатора с коэффициентом усиления 0,9–1,5, повторяющее напряжение с выхода усилителя.

Также, несмотря на достигнутое увеличение собственной емкости ячейки, ее значение остается сравнимым с паразитной емкостью монтажа и элементов схемы усилителя. Для исключения влияния паразитных емкостей использован алгоритм с введением дополнительных емкостей в измерительную цепь и вычислением истинной постоянной времени косвенным методом.

В качестве дополнительных конденсаторов выступают C1 и C2, которые поочередно коммутируются контактами реле, причем $C_2 > C_1$. Напряжение при разряде конденсатора ячейки с добавочными конденсаторами C1 и C2 определяется формулами

$$U_1 = E_{ион} \cdot e^{-\frac{t}{\tau_{t1}}} C$$

$$U_2 = E_{ион} \cdot e^{-\frac{t}{\tau_{t2}}} C$$

где t – текущее время; $\tau_{t1} = R_t(C_t + C_{пар} + C_1)$ – время релаксации (разряда) емкости ячейки заполненной углеводородным топливом с добавочным конденсатором C1; $\tau_{t2} = R_t(C_t + C_{пар} + C_2)$ – время релаксации (разряда) емкости ячейки заполненной углеводородным топливом с добавочным конденсатором C2; $E_{ион}$ – стабильное напряжение опорного источника (ИОН).

Определим время релаксации ячейки с топливом при использовании дополнительных конденсаторов. Для этого составим несколько уравнений времени разряда с разными емкостями.

Время разряда емкости ячейки с топливом $\tau_t = C_t R_t$, где $C_t = C'_t + C_{пар}$; C'_t – в ϵ_r раз увеличенная емкость ячейки с топливом; R_t – сопротивление топлива в ячейке; $C_{пар}$ – паразитная емкость монтажа и входная емкость усилителя; $\tau_1 = R_t \cdot (C_t + C_1)$ – время разряда суммы емкостей ячейки C_t и добавочного конденсатора C1; $\tau_2 = R_t \cdot (C_t + C_2)$ – время разряда суммы емкостей C_t , C1 и добавочного конденсатора C2.

Решение этих уравнений дает следующую формулу для нахождения времени релаксации топлива τ_t

$$\tau_t = \frac{\tau_2 C_1 - \tau_1 C_2}{C_2 - C_1} \quad (2)$$

Как видно, в полученную формулу не входит паразитная емкость $C_{пар}$, таким образом достигается исключение дополнительной погрешности, вызываемое ее наличием в схеме усилителя.

Усилитель помещен в отдельный металлический корпус для уменьшения влияния паразитных наводок на схему.

Полная функциональная схема прибора показана на рис. 4. Подробная функциональная схема вторичного прибора приведена на рис. 5.

Измерительная ячейка содержит исследуемый объем углеводородного топлива, на который воздействует постоянное напряжение от стабильного опорного источника (ИОН).

Инструментальный усилитель выполняет функции повторителя напряжения, которое поступает с центрального электрода ячейки. Усиленный сигнал передается на вход вторичного прибора. Последний управляет процессом заряд-разряда ячейки, коммутируя реле в блоке усилителя, преобразует напряжение на емкости ячейки в цифровые отсчеты, отфильтровывает помехи, затем обрабатывает полученные отсчеты с помощью микроконтроллера и выводит результаты обработки на цифровые и дискретно-аналоговые светодиодные индикаторы. Источник питания служит для питания прибора низковольтным напряжением. Для обеспечения требований безопасности при работе с топливом источник питания выполнен в виде отдельного

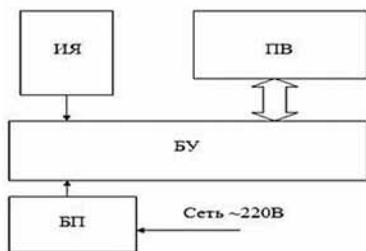


Рис. 4. Функциональная схема прибора для измерения постоянной времени релаксации (Ф1849)
ИЯ – измерительная ячейка; БУ – блок усилителя; ПВ – прибор вторичный с цифровым и дискретно-аналоговым отсчетным устройством; БП – блок питания

модуля, вынесенного за пределы корпуса прибора.

Одним из основных элементов прибора является ячейка. Как было указано ранее, сопротивление ее элементов изоляции должно быть значительным (много больше 10^{13} Ом), чтобы не шунтировать сопротивление топлива, кроме того, емкость ячейки с топливом должна превышать паразитную емкость монтажа усилителя.

Схема измерения работает по алгоритму, определяемому формулой (2). Очередность включения реле усилителя, алгоритм вычисления времени разряда и работа всего прибора в целом определена программой управления, которая занесена в память микроконтроллера вторичного прибора.

Вначале подключается ИОН с помощью контактов реле $K1$, а также конденсатор $C1$ с помощью контактов $K2$. Емкости C_T и C_1 заряжаются. Затем ИОН отключаются, и происходит свободный разряд емкости ячейки C_T и добавочного конденсатора C_1 на сопротивление R_T . Интервал времени τ_1 записывается в оперативную память микропроцессора. Затем подключается конденсатор C_2 при помощи $K3$, и процесс заряда и разряда повторяется, но уже с суммой емкостей C_T , C_1 и C_2 . Интервал времени τ_2 также записывается в оперативную память микропроцессора, а затем вычисляется время релаксации τ_r в соответствии с формулой (2). Конечный результат выводится на цифровые индикаторы.

Уменьшения влияния паразитных сопротивлений утечек на измеряемый сигнал во входной цепи достигается введением компенсатора утечки КУ, который выравнивает разность потенциалов между контактами реле $K1$ и окружающими цепями. Для этого на коммутирующие контакты реле $K1$ через большое сопротивление подается напряжение, равное текущему потенциалу ячейки.

Работа прибора вторичного заключается в следующем: с инструментального усилителя сигнал поступает на вход АЦП, который выполняет циклическое

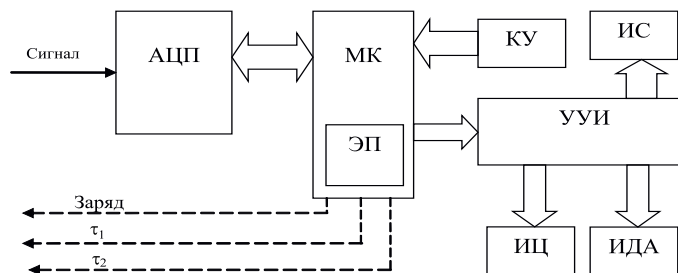


Рис. 5. Функциональная схема прибора вторичного прибора
АЦП – аналогово-цифровой преобразователь; МК – микроконтроллер; ЭП – энергонезависимая память; КУ – кнопки управления; УУИ – устройство управления индикацией; ИЦ – индикатор цифровой; ИДА – индикатор дискретно-аналоговый; ИС – индикатор световой

измерение и преобразование его выходного сигнала в цифровую форму. С выхода АЦП преобразованный сигнал поступает на вход микроконтроллера МК, содержащего программу управления, в соответствии с которой автоматически обеспечивает коммутацию реле заряда/разряда ячейки и реле, подключающие C_1 и C_2 параллельно емкости ячейки C_T в соответствии с уровнем напряжения, измеренным АЦП. Микроконтроллер измеряет напряжение заряда ячейки, длительность временных интервалов и выдает пересчитанные значения измеряемых величин и другую информацию на УУИ – устройство управления индикацией.

УУИ отображает результаты измерений, пункты меню, текущий режим работы и уровень заряда ячейки при помощи цифрового, светового и дискретно-аналогового индикаторов ИЦ, ИС и ИДА.

КУ кнопки управления предназначены для работы в ручном режиме. С помощью кнопок осуществляется вход в меню, переход по пунктам меню, изменение редактируемого параметра, выход из режима редактирования с сохранением (без сохранения) результата, запуск цикла измерения, прерывание запущенного цикла измерения и сброс результатов измерения.

Энергонезависимая память ЭП хранит управляющую программу микроконтроллера, значения настроек прибора, калибровочные константы и содержимое ячеек памяти пользователя.

Основные характеристики измерителя времени релаксации объемного заряда

Диапазон измерений, с От 0,1 до 35
Время установления рабочего режима, мин Не более 15
Относительная погрешность измеряемой величины, % ± 15
Электрическое сопротивление изоляции: между корпусом и цепью питания прибора, не менее 20 МОм
между измерительной цепью и корпусом, Более 10^{13} Ом при нормальных условиях применения.
Питание прибора От сети напряжением (220 ± 22) В и частотой (50 ± 3) Гц переменного тока
Мощность, потребляемая прибором, В·А Не более 6
Габаритные размеры прибора, мм Не более 160×190×95
Масса прибора с комплектом эквивалентов, кг Не более 8,4

Для проверки калибровки прибора были разработаны шесть эквивалентов, состоящих из высокоомных сопротивлений, соединенных параллельно. Эквиваленты устанавливались совместно с ячейкой, и штатным образом измерялась постоянная времени.

В табл. 1 показаны результаты проверки прибора с помощью этих эквивалентов. Все измерения проведены по 3 раза, из полученных результатов были выбраны максимальные значения погрешностей.

Таблица 1
Результаты определения основной погрешности прибора с помощью эквивалентов

Эквивалент	Расчетное время, с	Измеренное время, с	Относительная погрешность, %
Ф1849.- 1	0,120	0,12	2,56
Ф1849.- 2	1,4	1,422	1,57
Ф1849.- 3	10,92	10,750	1,56
Ф1849.- 4	21,400	21,400	1,9
Ф1849.- 5	27,2	26,16	3,82
Ф1849.- 6	32,1	32,05	3,17

Выводы

Как видно из таблицы, наблюдается достаточная повторяемость результатов измерений, погрешность прибора не превышает 4%, что удовлетворяет требованиям, установленным для максимальной относительной погрешности измеряемой величины. Таким образом была подтверждена пригодность предложенного метода и прибора для использования на практике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ причин взрывов автоцистерн при наливке. – http://prompribor.ru/stat_vzrivi.htm
2. Красиков Н.Н., Шуваева О.В. Аномальная релаксация в жидкости при действии электрического поля, осуществляемого без контакта с потенциалоподающим электродом // ЖТФ. – 2000. – Т. 26. – Вып. 11.
3. Галка В.Л. Вопросы электростатической искробезопасности наливных судов. – СПб.: Элмор, 2003.
4. Правила защиты от статического электричества в производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. – М.: Химия, 1973. ■

По данным Министерства транспорта РФ, по внутренним водным путям России ежегодно перевозится более 150 млн. т грузов. Из них нефть и нефтепродукты составляют около 7 %. В мире сейчас заняты перевозкой нефтепродуктов около 3000 танкеров. Из них более половины построены до 1990 г., около 700 – до 1980 г. Предполагается, что к 2020 г. перевозки нефти по морю вырастут вдвое.

Одной из основных причин аварий на танкерах является коррозия корпусов (ржавление). Причина ржавления – отбор электронов у атомов железа атомами кислорода и водорода воды [1]. Соленая вода лучше проводит электричество, чем пресная, поэтому ржавчина быстрее образуется в море. В море ржавчина разъедает до 0,1 мм стали в год. В нефтяных танках также идут процессы коррозии. При этом из нефти выделяются резко кислые газы – продукты реакций между нефтью, кислородом и водой. На верхнем своде танка конденсируются капли кислоты, разъедающей металл. На дне танка действуют биологические силы. В воде, которая всегда есть в нефти и которая оседает на дно как более тяжелая, размножаются микробы, поедающие нефть и выделяющие кислоту, которая разъедает днища танков со скоростью до 2 мм в год. Двойной корпус, применяемый сейчас на танкерах, представляет собой удвоенную поверхность для разрушительной работы коррозии. Такой корпус действует как стенка термоса, не давая морской воде охлаждать содержимое танков. Скорость коррозии увеличивается вдвое с повышением температуры на каждые 7 °С.

Значительное количество органических жидкостей являются диэлектриками. Они способны удерживать электрический заряд, возникающий при трении их о стенки танкера, падении с высоты при наливных операциях и при транспортировке. Считают также, что статическое электричество может возникнуть в результате плескания нефти во время транспортировки в не полностью залитом танке; кроме того, может произойти сжатие газов, захваченных элементами конструкции. Накапливаются высокие потенциалы. При достижении определенной величины напряженности электрического поля возникает разряд статического электричества, способный воспламенить пары горючей жидкости [2].

Известно, что при воздействии переменных электрических полей возможно изменение надмолекулярной структуры и физико-химических свойств веществ, придание различным материалам необходимых технологических свойств без изменения их химического состава [3].

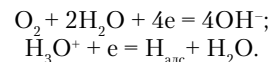
На кафедре пожарной безопасно-

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЙ МЕТОД СНИЖЕНИЯ ТЕХНОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ ВОДНЫМ ТРАНСПОРТОМ

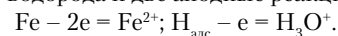
*М.А. Симонова, ст. преподаватель,
А.В. Иванов, канд. техн. наук, доцент,
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,
Р.Р. Гарифулин, инспектор,
Главное управление МЧС России по Самарской области,
контакт. тел. (812) 369 0012, +7 846 262 1956*

сти технологических процессов и производств Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России исследовано влияние электрофизического метода на механизмы нейтрализации статического электричества и защиты от коррозии при транспортировке органических жидкостей. Суть электрофизического метода заключается в воздействии на объект защиты слабыми электрическими полями при помощи генератора переменного частотно-модулированного сигнала.

В ходе испытаний в агрессивную среду помещались стальные пластины. Испытуемые образцы через волноводы присоединялись к генератору переменного частотно-модулированного сигнала (ПЧМС). Контрольные образцы помещались в аналогичные агрессивные среды без защиты. Через 30 дней определялась относительная величина потери массы [4]. Результаты испытаний приведены в табл. 1.



В кислых средах (при $\text{pH} < 3,0$) может рассматриваться наиболее простой случай растворения железа переменным потенциалом, когда протекает в основном одна катодная реакция разряда ионов водорода и две анодные реакции:



Влияние частоты переменного тока на скорость растворения металла в общем случае определяется наличием емкостного тока на границе диэлектрического пограничного слоя, медленными процессами диффузии ионов металла в коррозионную среду, уменьшением скорости растворения железа в ней [5].

Проведены исследования по влиянию переменного частотно-модулированного сигнала на физические свойства (вязкость и скорость истечения) легковоспламеняющихся жидкостей. Суть исследования заключалась в измерении

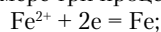
Таблица 1

Потеря массы образцов при проведении испытаний

Среда испытания	Относительная потеря массы образца, %	
	без воздействия ПЧМС	при воздействии ПЧМС
Раствор пенообразователя: 30%-ный	0,561	0,403
60%-ный	0,732	0,443
Раствор уксусной кислоты: 25%-ный	1,978	1,028
50%-ный	2,366	1,747
20%-ный раствор хлорида натрия	0,695	0,329
Морская вода	0,144	0,068

Показано, что при воздействии переменного частотно-модулированного сигнала с частотой 50 Гц потеря массы образца в среднем снижается в 1,5–2 раза.

При воздействии на образцы переменного частотно-модулированного сигнала в течение анодного полупериода протекает реакция ионизации металла, а в кислых средах – и реакция ионизации адсорбированного водорода. В катодный полупериод принципиально возможны, по крайней мере три процесса:



скорости истечения жидкостей, обработанных переменным частотно-модулированным сигналом с различной частотой. Отмечено увеличение скорости истечения жидкости до 30%, в зависимости от типа жидкости. Результаты эксперимента представлены в табл. 2.

Изменение скорости истечения жидкостей может быть объяснено изменением надмолекулярной структуры вещества, которое привело к снижению количества межмолекулярных связей жидкости. Кроме того,

Время истечения жидкостей (мин.) при воздействии генератора переменного частотного сигнала с частотой 50 и 144 Гц

№ п.п	Спирт этиловый			Уайт-спирит			Ацетон технический			Керосин			Бензин «Галоша»		
	н.о.	50Гц, 56 В	144Гц, 14В	н.о.	50Гц, 56 В	144Гц, 14В	н.о.	50Гц, 56 В	144Гц, 14В	н.о.	50Гц, 56 В	144Гц, 14В	н.о.	50Гц, 56 В	144Гц, 14В
1	6,59	6,5	6,3	2,04	2	1,44	1,36	1,38	1,2	3,22	3,22	2,55	2,1	2,06	2
2	6,39	6,51	6,35	2,08	1,59	1,48	1,37	1,37	1,18	3,2	3,2	2,58	2,04	2,04	1,59
3	6,52	6,44	6,33	2	2,01	1,39	1,38	1,36	1,17	3,24	3,21	3,01	2,1	2,08	1,57
4	6,51	6,4	6,3	2,05	1,58	1,49	1,37	1,37	1,2	3,22	3,2	2,57	2,06	2,04	1,57
5	6,5	6,38	6,31	2,01	2	1,47	1,4	1,37	1,21	3,22	3,2	2,57	2,04	2,1	2
Среднее	6,50	6,45	6,32	2,04	1,84	1,45	1,38	1,37	1,19	3,22	3,21	2,66	2,07	2,06	1,75
%	-	0,86	2,83	-	9,82	28,59	-	0,44	13,37	-	0,43	17,52	-	0,19	15,57

внешнее электрическое поле способно изменить дипольный момент молекул жидкости и дезориентировать их относительно ранее существующей решётки надмолекулярных взаимодействий. При ламинарной перегруппировке связи взаимодействия способны образовывать не только молекулы одной цепочки, но и звенья (молекулы) соседних цепей между собой. В результате организуется упорядоченная надмолекулярная структура связей, вероятно с большим или меньшим их числом, чем изначально. Кроме непосредственного перестроения молекул возможно также изменение угла между взаимодействующими молекулами, в результате чего может увеличиваться или уменьшаться дипольный момент молекул, а следовательно, количество взаимодействий и их качество (сила связи) [6].

Для жидкостей, имеющих удельное объемное электрическое сопротивление более 10^9 Ом·м, максимальные безопасные скорости транспортировки по трубопроводам и допустимые скорости истечения в аппараты и резервуары различных форм и размеров из различных загрузочных патрубков зависит в том числе и от диэлектрической проницаемости жидкости, а также ее кинематической вязкости [7]:

$$V = \left[\frac{q_{ng} \cdot n^{\%} \cdot r_0^{\%}}{0,55 \cdot 10^{-13} \cdot \alpha \cdot \varepsilon \cdot T} \right]^{\frac{8}{7}}, \quad (1)$$

где r_0 – радиус трубопровода, м; n – кинематическая вязкость жидкости, $\text{м}^2/\text{с}$; ε – диэлектрическая проницаемость жидкости; T – температура жидкости в трубопроводе, К; α – коэффициент, учитывающий влияние мелкодисперсных примесей; q_{ng} – предельно допустимое значение плотности заряда в жидкости, Кл/м³.

Снижение времени истечения углеводородных жидкостей свидетельствует об уменьшении ее вязкости и способности к электризации.

Было исследовано влияние переменного частотно-модулированного сигнала на процессы электризации при движении жидкости по трубо-

проводам. При моделировании процесса транспортировки углеводородных жидкостей по трубопроводам была создана лабораторная установка с замкнутым циклом и возможностью регулирования скорости ее движения по трубопроводу. Движущаяся жидкость электризовалась и накапливала заряд в течение определенного промежутка времени. Значение напряженности электрического поля фиксировалось электростатическим вольтметром на емкостном участке трубопровода. Для экспериментов

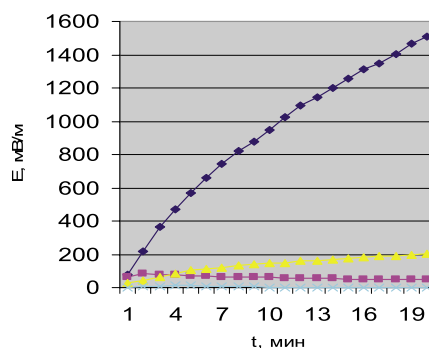


Рис. 1. Динамика электризации изооктана

—♦— электризация изооктана без обработки генератором ПЧМС и скорости транспортировки V_1 ; —■— то же при обработке ПЧМС; —▲— то же без обработки ПЧМС и скорости транспортировки V_2 ; —×— то же при обработке ПЧМС

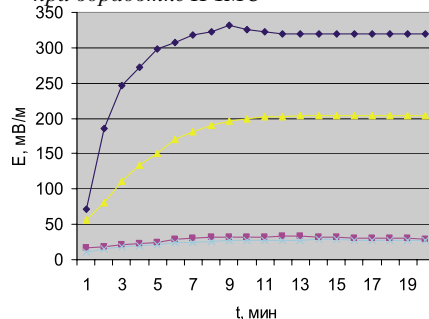


Рис. 2. Динамика электризации бензина

—♦— электризация бензина без обработки генератором ПЧМС и скорости транспортировки V_1 ; —■— то же при обработке ПЧМС; —▲— то же без обработки ПЧМС и скорости транспортировки V_2 ; —×— то же при обработке ПЧМС

были выбраны жидкие углеводороды различных групп для исследования влияния их молекулярного строения на электризацию.

Установлено, что при обработке жидкости переменным частотно-модулированным сигналом (ПЧМС) скорость и уровень электризации жидких углеводородов снижается. Результаты проиллюстрированы на рис. 1–5.

В режиме стабилизации напряженности электрического поля были получены результаты, приведенные в табл. 3.

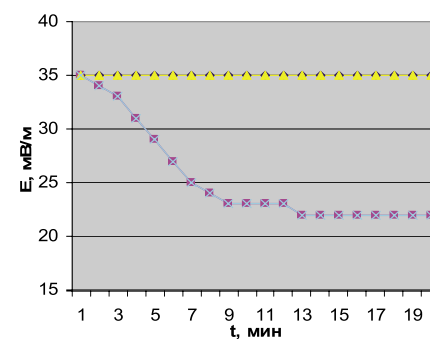


Рис. 3. Динамика электризации пентана

—♦— электризация пентана без обработки генератором ПЧМС и скорости транспортировки V_1 ; —■— то же при обработке ПЧМС; —▲— то же без обработки ПЧМС и скорости транспортировки V_2 ; —×— то же при обработке ПЧМС

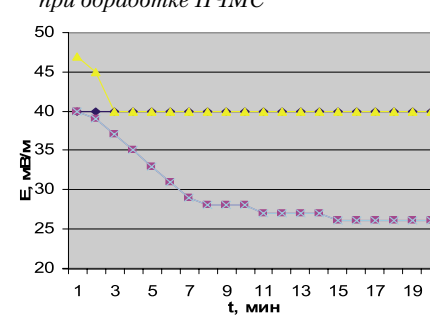


Рис. 4. Динамика электризации этанола

—♦— электризация этанола без обработки генератором ПЧМС и скорости транспортировки V_1 ; —■— то же при обработке ПЧМС; —▲— то же без обработки ПЧМС и скорости транспортировки V_2 ; —×— то же при обработке ПЧМС

Напряженность электрического поля в режиме стабилизации

Стадия	Напряженность электрополя, В/м				
	Изооктан	Бензин	Пентан	Этанол	Ацетон
До обработки	1508	320	35	40	35
При обработке	48	29	22	26	21
До обработки	201	204	35	40	35
При обработке	2	27	22	26	21

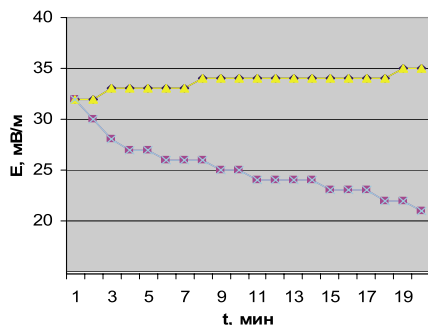


Рис. 5. Динамика электризации ацетона

—▲— — электризация ацетона без обработки генератором ПЧМС и скорости транспортировки V_1 ; —■— — то же при обработке ПЧМС; —▲— — то же без обработки ПЧМС и скорости транспортировки V_2 ; —×— — то же при обработке ПЧМС

Рассматривая результаты исследований, можно сделать вывод, что с помощью данного способа защиты от статического электричества и коррозии металла эффективно снижается пожарная опасность перевозки нефтепродуктов и выполнения сливноналивных операций на водном транспорте.

Электрофизический метод по сравнению с остальными методами прост в

использовании, экологически безопасен для людей, имеет низкое энергопотребление и длительный срок работы. Небольшие размеры устройства позволяют размещать его на водном транспорте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайловский Ю.Н. Коррозия металлов под действием переменного тока в электролитических средах. — Тр. III Международ. конгресса по коррозии металлов, М., 1968, т. 2.
2. ГОСТ 12.1.018–93. Межгосударственный стандарт система стандартов безопасности труда пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общепредельные требования. Occupational safety standards system. Fire and explosion safety of static electricity. General requirements / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, Минск.
3. Патент 2137548 РФ; МКИ4 6 В 02 С 19/18. Устройство и способ интенсификации процессов физической, химической и/или

физико-химической природы / Ивахнюк Г.К. (RU), Шевченко А.О. (RU), Бардаш М. (US). №98108132; Заявлено 27.04.98; Оpubл. 20.09.99. — БИ 1999, №26.

4. ГОСТ 9.908–85–ЕСЗКС. Металлы и сплавы. Методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости.
5. Никифорова Е.Ю., Климин А.Б. Закономерности электрохимического поведения металлов при наложении переменного тока // Вестник ТГТУ. — 2009. — Т. 15. — № 3.
6. Ястребов А.С. Электрическое поле в диэлектрических структурах с неравномерно распределённой поверхностью заряда // Эн. техн. физ.— 1999. —№8 — С. 138–140 рус.
7. РТМ 6-28-007–78. Руководящий технический материал. Допустимые скорости движения жидкостей по трубопроводам и истечения в емкости (аппараты, резервуары). ■

Рецензент: **Е.В. Любимов,**

канд. техн. наук, доцент

- Информационно-поисковая - система -

К  **рабел.ру**

Судостроение. Судходство. Судоремонт.

ЧЕСТНО О СУДОСТРОЕНИИ

Важное место в достижении стратегических приоритетов и решении задач национальной морской политики занимает навигационно-гидрографическое обеспечение (НГО), являющееся составной частью комплекса мер безопасности морской деятельности. По своему содержанию НГО морской деятельности рассматривается как процесс изучения, освоения и использования Мирового океана с целью создания благоприятной навигационно-гидрографической обстановки для действий субъектов национальной морской политики с учетом навигационно-гидрографической информации при принятии решений, планировании и ведении этой деятельности. НГО осуществляется в рамках системы навигационно-гидрографического обеспечения как составляющей морского потенциала Российской Федерации.

В условиях изменения облика вооруженных сил различного назначения происходит реформирование органов военного управления, видов и родов войск, а также совершенствование систем их обеспечения, в том числе навигационно-гидрографической, находящейся в ведении Министерством обороны России.

В соответствии с действующей нормативной правовой базой РФ ответственность за НГО мореплавания разделена между федеральными органами исполнительной власти следующим образом:

- НГО морских путей, за исключением трасс Северного морского пути и морских путей в акваториях морских портов и на подходах к ним, осуществляется федеральным органом исполнительной власти в области обороны – Министерством обороны;

- НГО на трассах Северного морского пути, в акваториях морских портов и на подходах к ним осуществляется федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в сфере морского транспорта – Министерством транспорта.

Существующее распределение функций федеральных органов исполнительной власти в сфере НГО морской деятельности не позволяет эффективно совершенствовать систему НГО по следующим основным причинам:

- не определен федеральный орган исполнительной власти, который должен вырабатывать государственную политику и нормативно-правовое регулирование в сфере НГО мореплавания и национальной безопасности РФ;

- не определена федеральная служба, которая должна осуществлять надзор в области НГО мореплавания;

- функции по оказанию государственных услуг, управлению государ-

О СОЗДАНИИ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГИДРОГРАФИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

П. Г. Бродский, д-р воен. наук, проф., начальник ЦИИ,

А. Ф. Зеньков, директор по научной работе,

*Ю. В. Румянцев, канд. воен. наук, вед. науч. сотрудник, ОАО «ГНИНГИ»,
контакт. тел. (812) 322 6643*

ственным имуществом и правоприменительные функции в сфере НГО выполняют Министерство обороны (Управление навигации и океанографии) и Федеральное агентство морского и речного транспорта (ФГУП «Росморпорт» и ФГУП «Гидрографическое предприятие») в зонах своей ответственности.

Следствием несовершенства нормативной правовой базы НГО морской деятельности РФ являются:

- дублирование функций министерств, что влечет за собой накопление противоречий в ведомственных нормативных документах;

- неэффективное использование ресурсов, привлекаемых по ведомственным планам и программам к решению задач НГО морской деятельности в РФ;

- отсутствие единого порядка финансового обеспечения работ по развитию системы НГО как за счет федерального бюджета (отсутствие отдельной строки финансирования), так и за счет внебюджетных средств.

Следствием существующего распределения ответственности между федеральными органами исполнительной власти в области НГО является также отсутствие единой технической политики в развитии НГО.

В свете изложенного целесообразно обратиться к опыту в этой сфере ведущих морских держав.

В настоящее время США, Великобритания и Россия издают навигационные морские карты на весь Мировой океан, а Франция, Канада и Япония – на значительную его часть.

В США всей работой по океанографическому обеспечению страны руководит помощник Президента США по океанографии, возглавляющий Национальный совет по океану (NOS), входящий в Национальное управление по океану и атмосфере (NOAA). В состав NOAA также входят Национальное управление видовой информации/разведки и картографии министерства обороны и Океанографическая служба метеорологического и океанографического командования ВМС. В NOS служит около 400 квалифицированных офицеров ВМС, в том числе 6 адмиралов, работает 500 гражданских специалистов. Служба

выполняет съемку рельефа дна, издает навигационные морские, батиметрические и аэронавигационные карты, отвечает за разработку морской техники и технологии морских исследований.

Гидрографическая служба Великобритании и Северной Ирландии играет ведущую роль в сборе, обработке и хранении картографической информации, а также издании навигационных морских карт и пособий на ее основе. Служба является составной частью министерства обороны. Основные задачи, решаемые службой: съемка рельефа дна, издание традиционных навигационных морских карт и электронных карт, руководств для плавания, описаний маяков и огней, таблиц приливов, атласов течений, списка радиосигналов, извещений мореплавателям, радионавигационных оповещений, аэронавигационных карт, а также сбор геодезических, батиметрических, океанографических и геологических данных. Министерство обороны осуществляет финансирование деятельности службы, а также определяет ее основные задачи, численность сотрудников – около 900 человек. Во главе службы стоит гидрограф ВМС – начальник гидрографической службы. Эта служба Великобритании отвечает за обеспечение безопасности мореплавания, повышение эффективности действий вооруженных сил путем предоставления широкого спектра гидрографической, геофизической и океанографической информации.

Во Франции широкомасштабные океанографические исследования в интересах освоения океана, изучения и защиты окружающей среды, а также в интересах министерства обороны проводит Научно-исследовательский институт по освоению моря (IFREMER), но большая часть навигационных морских карт создает Гидрографическая и океанографическая служба (SHOM), образованная еще в 1720 г. В 1990 г. служба перешла на новую организационную структуру и была подчинена начальнику штаба ВМС. В ходе организационных изменений был создан Координационный совет по вопросам океанографии (CDOM), в который вошли представители аппарата уполномоченного Министерства обороны по вооружению,

начальник штаба ВМС, представители Управления научно-технических исследований, Управления по вопросам электроники и информации, Управления военного кораблестроения и Управления по вопросам снабжения. В области исследований и разработки новой техники директор SHOM подчинен Управлению научно-технических исследований ВМС (DRET).

В Канаде ведущими ведомствами, занимающимися изучением морей, являются:

- министерство рыбного хозяйства и океанографии в части океанографических и гидрографических исследований, а также издания навигационных морских карт и руководств для плавания;
- министерство энергетики, горного дела и природных ресурсов в части геофизических работ, а также картографирования континентального шельфа и глубоководных районов Атлантического побережья;
- геологическая служба в части геологического картографирования континентального шельфа Канады;
- министерство транспорта в части создания и обслуживания средств навигационного обеспечения.

Главным производителем гидрографических исследований в стране является Гидрографическая служба, которая организована в 1904 г. В настоящее время служба подчинена министерству рыбного хозяйства и океанографии и является одним из подразделений сектора науки.

Можно отметить, что задача обеспечения безопасности морской деятельности является важной, но далеко не единственной для органов, осуществляющих НГО морской деятельности. К наиболее значительным задачам системы НГО государства, которые останутся и функциями создаваемой Единой государственной гидрографической службы РФ (ЕГГС), относятся, например, такие:

- оснащение прибрежной зоны, акваторий прилегающих морей системами и средствами навигационного оборудования и поддержание их технической готовности;
- проведение технической политики, направленной на поддержание на требуемом уровне морских средств навигации и океанографии в соответствии со стоящими перед обеспечиваемыми силами и средствами задачами и их эффективное развитие;
- изучение в навигационно-гидрографическом и океанографическом отношении прилегающих морей и Мирового океана в целом в интересах как научного развития страны, так и предупреждения аварий и катастроф;
- картографирование и поддержание на уровне мировых стандартов коллек-

ции карт и пособий акватории Мирового океана, прилегающих морей на основе выполненных изысканий;

- решение задач НГО военных потребителей в интересах подводных сил, обороноспособности страны в целом;
- участие в комплексных морских изыскательских работах в интересах всех ведомств и организаций, занимающихся морской деятельностью и др.

Задача создания ЕГГС РФ определена Морской доктриной РФ на период до 2020 г., утвержденной Президентом РФ 27 июля 2001 г. (разд. IV, подразд. 3 «Обеспечение безопасности морской деятельности»).

Создаваемой ЕГГС предстоит решать большие по объему, масштабу и сложности задачи. Благодаря статусу ЕГГС она должна решать задачи в интересах как военных, так и гражданских потребителей, координировать действия в интересах всех потребителей, проводить сбалансированную и эффективную научно-техническую политику, а на международном уровне – добиваться соответствия требованиям мировых норм и стандартов.

Необходимость создания такой службы вызвана значением НГО для морской деятельности и существующей ведомственной разобщенностью в вопросах ответственности за безопасность мореплавания между различными министерствами и ведомствами, а также сложившейся с НГО обстановкой.

Необходимость создания ЕГГС определена и требованиями современных документов. Так, в «Основах государственной политики РФ в области военно-морской деятельности на период до 2020 г.» в разделе «Главные цели и стратегические приоритеты государственной политики Российской Федерации в области военно-морской деятельности» отмечается необходимость:

- создания и поддержания в Мировом океане благоприятной обстановки, обеспечивающей необходимый уровень национальной безопасности в экономической и технологической сферах;
- развития государственных научных и научно-технологических организаций, способных обеспечить в Мировом океане военно-морскую деятельность РФ в части, касающейся эффективной координации научных исследований и развития национальной инновационной системы.

В связи с этим представляется актуальным рассмотреть организационные подходы и положения, которые необходимо учитывать при создании ЕГГС.

В настоящее время в соответствии с протоколом совещания членов Морской коллегии при Правительстве РФ от 28 сентября 2012 г. №2 (18) Министерству транспорта России, Министерству обо-

роны России с участием заинтересованных федеральных органов исполнительной власти предложено (п.2 Протокола) проработать вопрос о создании ЕГГС с передачей функций НГО страны в ведение Министерства транспорта.

Анализ и оценка данного предложения показывает:

1. Правительство РФ, ратифицировав Международную конвенцию «По охране человеческой жизни на море» (СОЛАС–74), приняло на себя обязательства по НГО безопасности мореплавания в национальной юрисдикции.

2. Традиционно, в соответствии с нормативной и законодательной базой нашей страны и мировой практикой ведущих морских государств обеспечение безопасности общего мореплавания в части предупреждения навигационных аварий, столкновений судов, управления их движением и предупреждения навигационных происшествий базировалось на функционирующей государственной системе НГО. Функции НГО морской деятельности государства, как в военной, так и в гражданской сфере, до недавнего времени выполняла Гидрографическая служба ВМФ. Почти за 200-летний период своего существования эта служба успешно решала возложенные на нее задачи. Для этой цели были созданы мощнейший флот гидрографических судов, специализированные предприятия, система подготовки кадров в области НГО, уникальная коллекция картографического материала по Мировому океану, банки океанографических данных, система морских гидрометеорологических станций. Были разработаны уникальные технологии, созданы передовые образцы техники, в том числе двойного назначения. Прибрежные зоны и акватории прилегающих морей оборудованы средствами навигационного оборудования (СНО), радионавигационными системами, позволяющими обеспечить безопасность общего мореплавания и решение задач военного контура, подводной навигации, научных и хозяйственных задач морской деятельности. Заложены основы космической навигации как низкоорбитальных систем, так и современных. Все новые разработки нашли применение и в военной сфере, и в гражданской, т. е. решалась задача создания систем двойного назначения.

3. Законодательной основой функционирования и развития системы НГО на современном этапе являются следующие основные документы:

- СОЛАС–74, гл. 5, ст. 9, 13;
- «Морская доктрина РФ на период до 2020 года» (утверждена Указом Президента РФ 27.07.2001 г. № Пр-1387);
- «Стратегия развития морской деятельности РФ до 2030 года» (от 8 де-

кабря 2010 г., распоряжение Правительства РФ № 2205-р);

– «Основы государственной политики РФ в области военно-морской деятельности на период до 2020 г.» (утверждены Указом Президента РФ 29.05.2012 г. № Пр-1459);

– «Основы политики РФ в области военно-морской деятельности на период до 2010 года» (утверждены Указом Президента РФ от 4.03.2000 г.);

– Военная доктрина РФ (утверждена Указом Президента РФ от 21.04.2000 г.);

– Федеральный закон от 14 февраля 2009 г. № 22-ФЗ «О навигационной деятельности»;

– Кодекс торгового мореплавания, с изменениями и дополнениями и другие ведомственные и нормативные документы.

Обобщение положений этих основных документов показывает, что НГО морской деятельности РФ:

– играет ведущую роль в обеспечении безопасности мореплавания как составной части комплекса мер безопасности морской деятельности, связанных с особенностями водной стихии;

– направлено на обеспечение национальной безопасности страны, в первую очередь ее военной мобилизационной и ресурсной составляющих охраны государственной границы и разграничения морских пространств.

Положения и требования указанных документов по НГО морской деятельности относятся к сфере ведения Министерства обороны России и возложены на ВМФ в качестве одной из его основных задач. В частности, в соответствии с «Основами государственной политики РФ в области военно-морской

деятельности на период до 2020 г.» одной из основных задач государственной политики РФ в области военно-морской деятельности является «создание благоприятных условий для освоения и рационального использования ресурсов Мирового океана в целях социально-экономического развития страны.

Действующее «Положение о Министерстве обороны Российской Федерации» (утверждено Указом Президента Российской Федерации от 16 августа 2004 г. №1082) относит к полномочиям Министерства обороны (разд. II, ст. 7, пп. 7, 9) такие функции, как:

– руководство морской деятельностью РФ в интересах решения оборонных задач;

– руководство созданием и организацией функционирования единой государственной системы освещения подводной и надводной обстановки;

– координация проведения мероприятий по развитию и использованию прибрежно-береговой инфраструктуры и двойного (военного и гражданского) назначения;

– координация проведения системных исследований морской деятельности РФ;

– обеспечение защиты государственной границы РФ в ...подводной среде.

Кроме того, Министерство обороны «организует картографические работы в интересах обороны, осуществляет навигационно-гидрографическое обеспечение морских путей, за исключением трасс Северного морского пути».

В целом действующие в настоящее время документы определяют НГО как одну из важнейших составляющих бе-

зопасности морской деятельности государства, которая является прерогативой Министерства обороны и находится в его ведении.

Очевидно, что с учетом значимости и масштабности решаемых задач, их ведомственной разобщенности, ответственности на межгосударственном уровне, разработки государственной политики и других важных вопросов необходимо системное решение создания ЕГГС. Без этого в случае выделения части соответствующих функций различным организациям и ведомствам, участвующим в морской деятельности, говорить о создании ЕГГС нет смысла.

Таким образом, до принятия решения о создании ЕГГС России целесообразно:

– принять одобренную научно-экспертным советом Морской коллегии в декабре 2010 г. «Концепции навигационно-гидрографического обеспечения морской деятельности РФ»;

– разработать и принять Федеральный закон «О навигационно-гидрографическом обеспечении», определяющий правовые отношения в области НГО;

– с учетом положений нормативной правовой базы в области функционирования и развития системы НГО, а также для устранения ведомственной разобщенности в вопросах НГО безопасности мореплавания определить полномочным федеральным органом исполнительной власти в этой области Министерство обороны РФ (УНиО МО РФ) с последующей передачей его функций в единую межведомственную структуру (службу, комитет и т. п.) по результатам принятых решений. ■

В последние годы для мировой экономической деятельности на море характерно повышение интереса к восточным арктическим морям. Это объясняется следующими основными причинами:

– переносом центра тяжести в добыче углеводородного сырья с истощающихся материковых запасов на акваторию континентальных шельфов прилегающих морей;

– имеющимися прогнозными *климатическими* оценками глобального потепления в Арктике.

В соответствии с оценками [1] ресурсный потенциал восточно-арктического сектора РФ хотя и уступает западному сектору, но, тем не менее, представляется весьма внушительным.

Что касается проблем глобального потепления, то разброс оценок его последний весьма широк. Зарубежные специалисты дают оптимистический прогноз изменения ледового покрова в

арктическом секторе в ближнесрочной перспективе [2], в соответствии с которой трассы Северного морского пути (СМП) будут практически свободны ото льда (рис. 1).

По другим оценкам следует, наоборот, ожидать сохранения существующего климата или даже его ухудшения. Однако при любом сценарии изменения климатических условий очевидна значительная активизация судоходства на акватории морей восточного сектора российской Арктики в связи с прогноз-

ным увеличением объемов грузопотока. Существующая система традиционных перевозок Норильского промышленного узла (вывоз продукции цветной металлургии, серы и т. п.), осуществляющих вывоз продукции предприятий добывающей промышленности Республики Саха (Якутии) и Чукотского автономного округа, северный завод на побережье будет дополнен перспективным потоком генеральных грузов из Тикси, угля и сухих грузов из района Колымы, серы из Дудинки, а также транзитных перево-

ОСОБЕННОСТИ МОРСКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ В ВОСТОЧНОЙ АРКТИКЕ

*С.П. Алексеев, д-р техн. наук, профессор, президент,
Ю.В. Румянцев, канд. воен. наук, вед. науч. сотрудник,
А.Н. Лукин, канд. техн. наук, доцент, ст. науч. сотрудник, ОАО «ГНИНГИ»,
контакт. тел. (812) 936 8110*

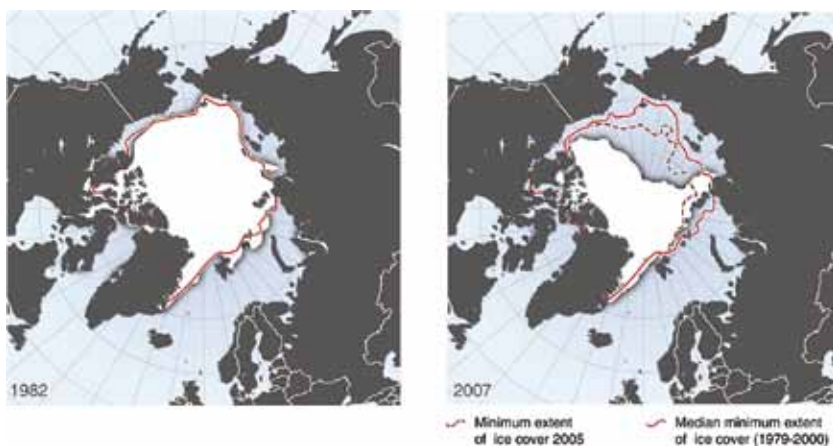


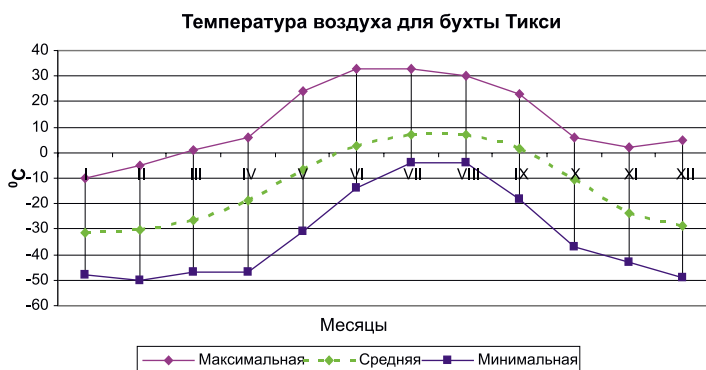
Рис. 1. Прогнозные оценки изменения площади ледового покрова арктических морей

зок и экспорта углеводородов в значительных объемах [3]. При этом структура потока судов может быть измене-

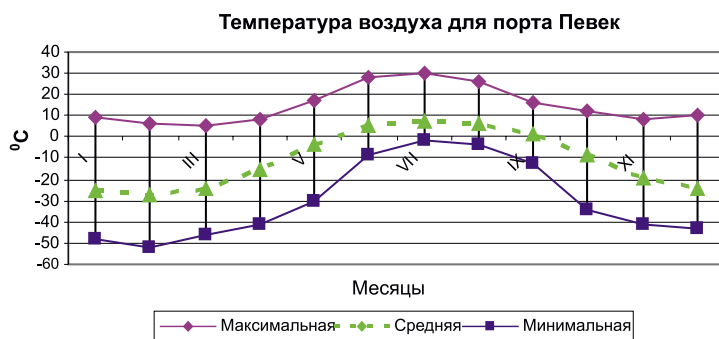
на в сторону значительного увеличения грузоперевозок нефти и природного газа крупнотоннажными танкерами (рис. 2).



Рис. 2. Прогнозируемые изменения объемов и структуры грузопотоков в Арктике



Море Лаптевых



Восточно-Сибирское море

Рис. 3. Температурный режим региона

Выполненные исследования и существующая практика свидетельствуют о том, что определяющими факторами, влияющими на безопасность судоходства в восточной Арктике, являются:

- экстремальные климатические условия;
- навигационно-гидрографические факторы, включая ледовые условия;
- практически неразвитая экономическая и портовая инфраструктура на побережье морей;
- слаборазвитая система информационного обеспечения судоходства.

С целью выработки предложений по обеспечению безопасности судоходства в регионе рассмотрим их более подробно.

Ранее существовавшая здесь система гидрометеонаблюдений деградировала и не отвечает современным требованиям. Ниже приведем краткие сведения об основных природно-климатических условиях, полученные на основе имеющихся фондовых материалов.

Регион характеризуется экстремально низкими температурами в зимний период (рис. 3)

Как видно из приведенных диаграмм, температурный диапазон в течение года составляет около 80 °С со смещением в область отрицательных температур (от -52 до +30 °С).

При отсутствии льда возможно довольно значительное волнение: в море Лаптевых и Восточно-Сибирском – до 4–5 м в августе–октябре, в прибрежных районах высота волн меньше, но волны крутые, что создает опасность для малых и средних судов.

Ледовая обстановка в регионе крайне сложная. Ниже представлены некоторые интегральные оценки ледовых условий, в качестве их оценки принят критический параметр – ледовитость морей. Оценка относительной доли площади занятой ледяным покровом в окраинных морях Северного Ледовитого океана, полученная по данным спутниковых наблюдений за 25 лет [4], приведена в табл. 1.

Годовой ход ледовитости морей российского Арктического шельфа показан на рис. 4.

Из рис. 4 видно, что не полностью замерзает только Баренцево море, остальные арктические моря с ноября по май практически полностью покрыты льдом.

Особую сложность для прибрежного судоходства создает прибрежный припай, характеристика которого для портов моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря представлена на рис. 5.

Навигационно-гидрографические факторы в рассматриваемом ре-

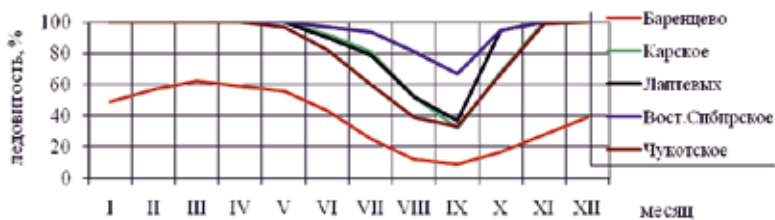


Рис. 4. Годовой ход ледовитости морей российского Арктического шельфа, %

ящее время недостаточно развито. На побережье можно выделить только несколько портов (Тикси, Певек, Хатанга, Провидения), способных принимать суда малого и среднего водоизмещения. Развитие или модернизация их возможны при активизации трафика по СМП, что потребует значительных затрат на создание причального фронта, дноуглубление, развитие

Средняя доля площади морей Арктического шельфа, покрытая льдом в течение года, %

Таблица 1

Море	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Баренцево	49	57	62	59	56	43	25	12	9	17	28	39
Карское	100	100	100	100	100	92	81	52	32	68	100	100
Лаптевых	100	100	100	100	100	90	79	52	37	95	100	100
Восточно-Сибирское	100	100	100	100	100	97	94	81	67	95	100	100
Чукотское	100	100	100	100	97	82	60	39	33	67	99	100

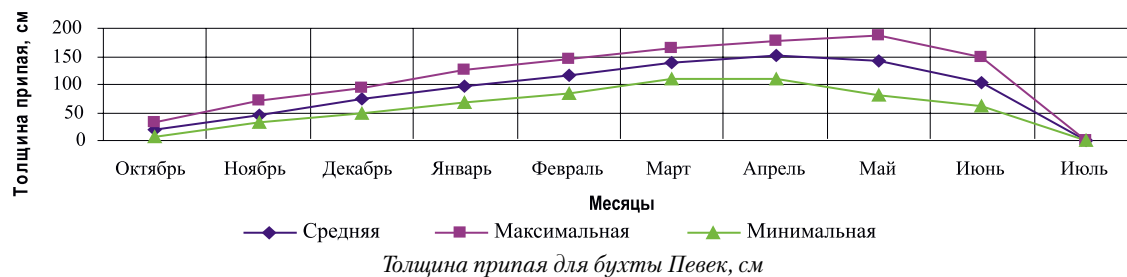
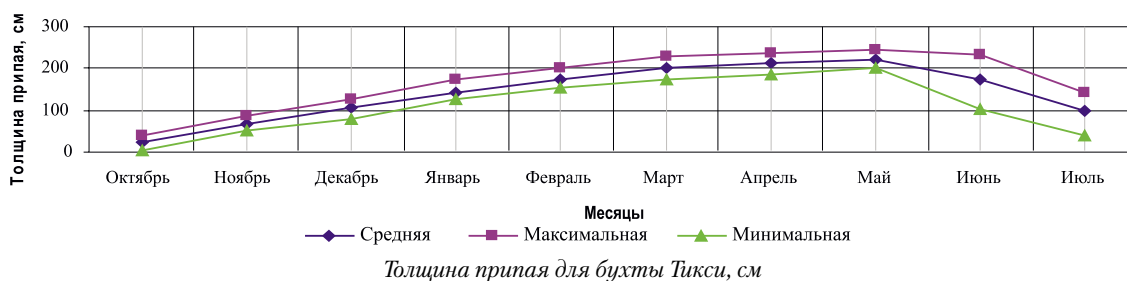


Рис. 5. Характеристика припая для портов моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря

гионе одни из наименее изученных и сложных в Северном Ледовитом океане. Все восточно-арктические моря России являются одними из самых мелководных. Рельеф дна шельфовой зоны представляет собой практически равнину с незначительными увалами, тянущуюся до океанического среза на удалении от берега до нескольких сот километров (средние глубины – от 8–10 до 40–50 м). Это обстоятельство в значительной степени влияет на безопасность плавания транзитных крупнотоннажных судов и служит лимитирующим фактором для определения их массогабаритных характеристик. Особенно сильное влияние условия мелководья оказывают на безопасность судов каботажного и прибрежного плавания, на принятие проектных решений по строительству гидротехнических сооружений, причального фронта или выносных рейдовых погрузочно-разгрузочных устройств.

В настоящее время навигационно-гидрографическую изученность региона можно оценить как не соответствующую требованиям времени с учетом перспектив развития здесь судоходства. Используемый в настоящее время картографический материал базируется на съемках открытых участков морей и подходов к ним 1950–1970 гг.; заливов, узкостей, подходов к портам и мест якорных стоянок – 1950–1980 гг. Подробность и точность этого материала соответствует времени съемки того же периода, что также не отвечает требованиям.

Таким образом, приведенные характеристики региона и оценки грузоперевозок свидетельствуют о необходимости приоритетного решения проблемы обеспечения безопасности судоходства по трассам СМП.

Инфраструктура региона, в том числе портовая, как часть будущего транспортного коридора в насто-

средств навигационного обеспечения, оборудование береговых резервуарных парков для энергоносителей и пр. Однако для обеспечения безопасности судоходства и выполнения работ на континентальном шельфе даже в нынешнем состоянии эти порты играют заметную роль. Так, в работах ОАО «Ленморниипроект» обосновывается, что «на первом этапе... как правило, необходимые перевозки грузов и иные вспомогательные операции могут быть успешно реализованы через действующие порты».

При определении функций действующих портов по обеспечению безопасности мореплавания в регионе необходимо будет учитывать ограничивающие навигационно-гидрографические факторы – мелководье и мощный припай, что потребует использования мелкосидящих судов ледового класса и ледокольного обеспечения. В тех же работах ОАО «Ленморнии-

проект» подчеркивается, что «в зависимости от удаленности вновь создаваемая система обслуживания может формироваться как полномасштабная – со всеми присущими таким базам функциями, так и в «урезанном» формате. Во втором случае база выполняет, как правило, только функции оперативной поддержки».

В 2009–2010 гг. ОАО «ГНИНГИ» были выполнены работы [4, 5], позволившие обосновать экономическую целесообразность и возможность использования в регионе для транспортировки грузов транзитом или на удаленные рынки судов ледового класса Arc 7 или Arc 8 [6]. При этом в условиях мелководья дедевит судов имеет ограничения – до 84 тыс. т.

Однако безопасность трафика может быть обеспечена при наличии полноценной информации, в первую очередь, о ледовой и навигационной обстановке. Поэтому второй по сложности и значимости проблемой, на наш взгляд, становится проблема информационного обеспечения.

Для принятия судоводителем решения о выборе целесообразного маршрута движения судна в соответствии с [7] ему и управляющему органу необходима информация о комплексе параметров ледового покрова. Основными параметрами, определяющими сопротивление ледяного покрова движению судов, являются: толщина (возраст) льда; сплоченность; торосистость; разрушенность; степень сжатия; прочность; высота снежного покрова и др.

Выполненные в 2010–2011 гг. исследования для обоснования границ континентального шельфа в Арктике свидетельствуют о том, что в настоящее время получение всей необходимой ледовой информации невозможно. По сообщению заместителя генерального директора ФГУП «Росатомфлот» А.А. Смирнова, для оценки ледовой обстановки при проведении указанных исследований использовались следующие данные:

- MODIS спутников Terra и Aqua разрешением 250 м в оптическом диапазоне;
- спутника Envisat-1 разрешением 300 м в радиолокационном диапазоне;
- спутника Radarsat-1 (Канада) разрешением 8–100 м в радиолокационном диапазоне;
- спутников Eros-A, Eros-B и Sport-5 разрешением 2 м и 5 м в отдельных случаях.

С учетом необходимого времени на обработку информации со спутников в береговом центре и передачи ее на борт время задержки составляло до одних суток.

Как следует из этого, пока судоводителю может быть доступна только часть требуемой информации о ледовой обстановке, в основном о границах и сплоченности ледяного покрова по маршруту движения.

Оперативное освещение ледовой обстановки в Арктике и ее представление судоводителям возможно после ввода в эксплуатацию МКС «Арктика», которая предназначена для решения задач гидрометеорологии, связи, вещания, навигации, мониторинга состояния природной среды, безопасности жизнедеятельности и природопользования в Арктике. Это, а также полномасштабное использование семи космических аппаратов позволит в значительной мере повысить достоверность, оперативность и полноту необходимой для судоводителя ледовой информации, но пока это в перспективе.

Представляется актуальным изложить взгляды на обеспечение безопасности судоходства в Арктике в обозримом будущем.

Нам представляется возможным использовать подходы, изложенные в [8]. Несмотря на ожидаемое повышение интенсивности судоходства в этом регионе, она не достигнет уровня на существующих основных морских транспортных путях. Учитывая это, а также комплексное влияние на судоходство негативных факторов природной среды подходы к использованию средств и методов VTMISS (Интегрированная система контроля и информационного обеспечения судоходства) и е-навигации получают преимущество. Задача упрощается в связи с тем, что согласно требованиям п. 2.10 правила 19 гл. V Конвенции СОЛАС–74 грузовые суда валовой вместимостью 3000 т и более должны в обязательном порядке оснащаться ЭКНИС в зависимости от конкретного значения валовой вместимости и сроков постройки в период с 1 июля 2012 г. по 1 июля 2018 г.

Сразу оговоримся, что это предложение ни в какой степени не подменяет и не отменяет существующие традиционные классические методы и способы навигации, а является дополнением к ним. Представляется, что и в экономическом отношении данный подход выглядит скромнее, чем создание полномасштабной системы освещения обстановки, развертывания сети постов и систем наблюдения.

Для обеспечения безопасности мореплавания в восточно-арктических морях России целесообразно начать разработку и создание региональной системы управления движением судов (СУДС) на базе новых информацион-

ных технологий. Эта система должна стать логическим продолжением региональной СУДС в Баренцевом и Карском морях, которую, в свою очередь, следует согласовать с региональной СУДС Норвегии [8]. В перспективе региональная СУДС в восточных арктических морях России должна выводиться на уровень VTMISS на основе информационной интеграции СУДС и других систем с использованием стандартной сети и согласованных форматов сообщений.

Требуемая зона действия региональной СУДС в восточном секторе Арктики будет определяться расположением перспективных центров нефтегазодобычи и потоками судов, соединяющими добычающие центры и центры хранения с традиционными маршрутами транспортировки экспортной продукции.

Создание региональной СУДС и VTMISS в арктических морях связано с рядом трудностей и ограничений, вызванных географическими и климатическими условиями, влияющими прежде всего на стоимость строительства. Поэтому с самого начала необходимо технически предусмотреть возможность использования в недалеком будущем вновь появляющиеся инновации, к которым можно отнести подходы е-навигации и практическое применение виртуальных СНО.

Как следует из положений документов Международной ассоциации маячных служб (МАМС), VTMISS, по своей сути, входит в структуру е-навигации, регламентация которой началась в декабре 2009 г. Применение виртуальных СНО позволит частично решить проблему недостаточности оборудования арктического побережья традиционными СНО. Плавание СНО в Арктике практически не используются из-за ледовой обстановки. Отходя береговая черта исчезает с экранов РЛС с появлением льда. Все эти проблемы могут быть частично решены благодаря использованию виртуальных СНО в VTMISS, которые являются источником дополнительной важной для судоводителей информации. Их внедрение полностью согласуется с тенденцией замены традиционных визуальных способов определения места (ОМС) судна определением с помощью радионавигационных приборов и систем, вызванным рядом объективных причин, включая такие, как изменение архитектуры судов. На большинстве современных судов, прежде всего на судах арктического плавания, отсутствуют открытые крылья мостика и, как следствие, визуальные пеленгаторы на них. Местоопределение судна определяется с

помощью радиолокатора и радионавигационных систем (РНС), при этом точность значительно превосходит точность классических методов ОМС. К этому следует добавить, что виртуальные СНО, наблюдаемые на мониторах автоматических идентификационных систем (АИС) и ЭКНИС, не могут быть смещены со своих штатных мест из-за воздействия волн, ветра и льда, как это бывает с реальными плавучими СНО. Показателем сбоя в работе является отсутствие их изображения на мониторах. При этом у судоводителя сохраняются все другие виды информации для обеспечения безопасности плавания.

В настоящее время имеются рекомендованные пути по трассе СМП к действующим ныне в регионе портам. Очевидно, что с развитием и возрастанием объёмов перевозок, появлением новых грузопотоков существующую систему путей движения судов нельзя будет считать оптимальной. Поэтому необходимо начать работу по пересмотру трасс действующих и установлению новых путей движения судов в восточной части арктического сектора России. При этом следует принимать во внимание не только такие традиционные факторы, как мелководье, навигационные опасности и пр., но и ледовые условия. При выборе путей не следует стремиться к излишнему разделению встречных потоков судов. Любое разделение потоков, особенно с введением зон разделения, требует обязательной организации контроля за выполнением вытекающих из этого требований. Без контроля они теряют свой смысл. Такая организация контроля соблюдения правил плавания в районах разделения движения судов, прежде всего ее техническая составляющая, потребует дополнительных капиталовложений, вызванных неразвитостью всей инфраструктуры в Арктическом регионе. Согласно документам ИМО [9], разделение путей движения судов целесообразно устанавливать в районах с большой интенсивностью движения. Как мы уже заметили, интенсивными по международным меркам они станут еще не скоро. К этому времени появятся новые, более дешевые и эффективные средства и методы контроля за движением судов. В настоящее время достаточно ограничиться двусторонними рекомендованными путями, осевая линия которых будет обозначаться на мониторах АИС и ЭКНИС виртуальными плавучими СНО. Изображение этих СНО долж-

но иметь оригинальную конфигурацию согласно требованиям МАМС, отличную от изображения реальных СНО. Спускаемые на воду в настоящее время крупнотоннажные танкеры и суда-газовозы уже оснащаются необходимой аппаратурой.

Для танкеров и судов-газовозов как перевозящих опасные грузы целесообразно вынести пути движения за пределы рекомендованных путей движения остальных судов, что не противоречит международным документам [9], но в значительной мере повысит экологическую безопасность, а это особенно важно для хрупкой природной среды Арктики. Их можно назвать «рекомендованными путями для судов с опасными грузами», подобно установленной в Северном море системой путей движения в районе нефтегазовых месторождений, называемой трассами «судоходных свободных путей» (shipping clearways). Еще одним примером является выделение глубоководных путей для танкеров и крупнотоннажных судов в Датских проливах. В Арктике судоходные свободные пути могут создаваться как в территориальном море, так и за его пределами.

Существующая сеть рекомендованных путей движения судов несколько изменит свою конфигурацию. Вместо практически линейных трасс по СМП появятся трассы с ответвлениями, ведущими к местам добычи полезных ископаемых и их обработки и перевалки на побережье. Это могут быть не только действующие порты, но и вновь построенные. На первоначальном этапе необходимо создать пути для судов, участвующих в обустройстве месторождений на шельфе и строительстве новых объектов на побережье. Таким образом, создание новых путей движения судов должно начинаться на этапе проектирования центров добычи полезных ископаемых на шельфе, поскольку проектные решения должны быть разработаны и апробованы к моменту начала основного строительства для обеспечения безопасности мореплавания на всех его этапах.

В дополнение следует отметить, что еще одним фактором необходимости установления новых, нетрадиционных путей движения судов и кораблей будет вызвана усилением военного присутствия России в Арктике.

ВЫВОДЫ

1. Навигационно-гидрографические факторы являются определяющими

при определении облика не только транспортной составляющей, но и всей транспортно-технологической системы в Восточной Арктике.

2. Решение проблем безопасности мореплавания в восточно-арктическом регионе на ближнюю перспективу возможно с применением нетрадиционных или инновационных подходов, использующих возможности современных методов и средств навигации.

3. До начала эскалации грузоперевозок в регионе необходимо выполнение большого объема работ по его гидрографическому изучению и оборудованию современными средствами и СНО.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Соболев В.С., Новицкая Е.А.* Перспективные нефтегазоносные комплексы восточно-арктических морей России. – Сб. докл. Международной науч.-практич. конфер. «Настоящее и будущее сырьевой базы морской нефтегазовой промышленности России». – СПб.: Недра, 2004, с.79–90.
2. *Pratt M.* Arctic Geopolitics. Maritime Jurisdiction and the Shipping Industrie. – Arctic Shipping 2009. – Helsinki, 2009, 19 p.
3. *В.И. Пересыпкин.* Состояние и перспективы развития судоходства по Северному морскому пути. – Докл. в Российском Морском Регистре судоходства. – СПб., 2008, 15 с.
4. Технико-экономическая оценка возможности формирования системы морской транспортировки сжиженного и сжатого природного газа на внутренние и внешние рынки с нефтегазовых месторождений континентального шельфа в восточном арктическом регионе РФ. – Отчет о проведении науч.-исслед. работы ОАО «ГНИНГИ», 2010, т.1, ч.2, 403 с.
5. Технико-экономическая оценка и разработка программы обустройства объектов береговой инфраструктуры Арктического региона в интересах обеспечения морской транспортировки природного газа в сжатом и сжиженном состоянии и ее безопасного использования. – Отчет о проведении науч.-исслед. работы ОАО «ГНИНГИ», 2009, т.7, 284 с.
6. Правила классификации и постройки морских судов. – Т. 1. НД № 2-020101-056. – СПб., РМРС, 2010, 506 с.
7. *Бузуев А.Я., Дубовцев В.Ф., Захаров В.И., Смирнов В.И.* Условия плавания судов во льдах морей северного полушария. № 9188. – Изд. ГУНиО МО СССР, 1988, 280 с.
8. *Румянцев Ю.В., Лукин А.Н.* Пути развития систем обеспечения безопасности мореплавания в Арктических водах России. // Морской вестник. – 2012. – № 1. – С.65–67.
9. Общие положения об установлении путей движения судов, № 9036. – Изд. ГУНиО МО СССР, 1987, 32 с. ■

Одной из основных проблем, на решение которой направлена техническая политика развитых государств, в частности, в области технического регулирования, является обеспечение модернизации и технологического развития в различных областях науки и техники. Усиление внимания к этой проблеме в последние годы продиктовано необходимостью рационального использования материальных, трудовых и финансовых ресурсов, повышения эффективности функционирования сложных систем в условиях кризиса на мировом рынке. Именно поэтому была принята Постановлением Правительства РФ №1762-р от 24.09.2012 г. Концепция развития национальной системы стандартизации РФ на период до 2020 г. [1]. Одной из стратегических целей и приоритетным направлением, указанными в данной концепции, является обеспечение безопасности жизни людей в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера.

В данной статье рассмотрены некоторые аспекты этой проблемы в области спасения людей на море и внутренних водных бассейнах России.

Основным недостатком существующей системы поисково-спасательного обеспечения (ПСО) морской деятельности РФ является ведомственная разобщенность системы спасения на море и, как следствие этого:

- неоправданное дублирование ведомственными морскими аварийно-спасательными службами функций по спасанию;

- недостаточный уровень координации аварийно-спасательных служб при проведении поисково-спасательных операций в связи с неэффективностью нормативно-правовой базы взаимодействия;

- отсутствие единой государственной технической политики по строительству новых, а также модернизации существующих сил и средств поиска и спасания на море, созданию новых спасательных средств;

- противоречия в действующих нормативных документах федерального уровня, несогласованность ведомственных наставлений, руководств и т.п.

Так, например, отдельные мероприятия по ПСО на море проводятся в рамках девяти федеральных целевых программ по ведомственным планам, не объединенных единым управлением и нормативным правовым регулированием. В их числе – «Мировой океан», «Модернизация транспортной системы России» (2002–2010 гг.), «Развитие транспортной системы России (2010–2015 гг.)», «Развитие гражданской морской техники» (2009–2016 гг.), «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и

ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

*В.Н. Илюхин, д-р техн. наук, проф., председатель НО «АРПСТТ»,
С.А. Губкин, канд. техн. наук, доцент,
зам.генерального директора ООО «НИИЦ ПСТ»,
контакт. тел. (812) 422 5393*

техногенного характера в РФ до 2010 г.», «Глобальная навигационная система», «Пожарная безопасность в РФ на период до 2012 г.», «Развитие гражданской авиационной техники России на 2002–2010 гг. и на период до 2015 г.» и др.

В качестве примера можно привести систему ПСО ВС РФ. В настоящее время такие виды вооруженных сил РФ, как военно-воздушные силы (ВВС) и военно-морской флот (ВМФ) имеют на вооружении 10 видов индивидуальных спасательных средств – жилетов, нагрудников, поясов. Ни одно из них в полной мере не удовлетворяет действующим требованиям ВМФ (ОТТ 6.1.57–94), Российского Морского Регистра судоходства, Международной Конвенции по охране человеческой жизни на море СОЛАС 74/83.

Шесть видов 20-местных спасательных плотов, используемых ВВС и ВМФ, имеют одинаковое назначение и близкие технические характеристики.

Результаты анализа совместимости средств, применяемых на спасательных судах, спасательных буксирных судах, водолазных и поисково-обследовательских судах для оказания помощи аварийным кораблям и судам, свидетельствует об отсутствии типового размера штуцеров трубопроводов (шлангов) передачи воздуха высокого давления на аварийный объект, размеров переходников на водоотливные и пожарные средства и т.д.

Проблемы Министерства обороны (МО) присущи и другим ведомствам РФ, прежде всего МЧС и Минтрансу, участвующим в предотвращении и ликвидации чрезвычайных ситуаций (ЧС) на море и водных бассейнах России. До сих пор не отработан вопрос их эффективного взаимодействия при ликвидации ЧС, что привело к локализации и изолированности аварийно-спасательных служб внутри ведомств и отвлечению большего числа специалистов и средств в масштабах государства.

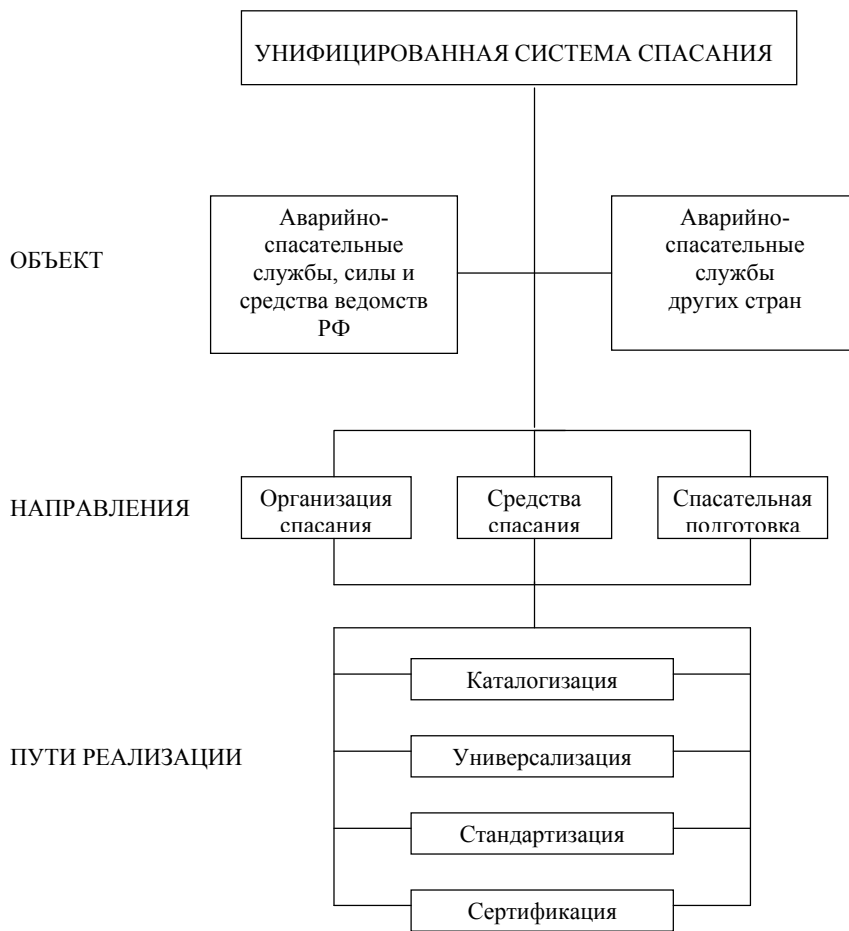
Указанные проблемы обусловлены недостаточным уровнем совершенства государственной системы технического регулирования поисково-спасательной техники, создаваемой ведомствами в интересах своих аварийно-спасатель-

ных служб, которые при ликвидации ЧС на море функционируют на основании принятого и утвержденного принципа координации. Следует отметить, что при наличии единой федеральной морской спасательной службы указанных выше проблем было бы меньше.

Перечисленные проблемы характерны не только для России. Существующая информация показывает, что между США и Европой имеется существенное различие стандартов и требований, что объясняется в основном наличием конкурентной борьбы за рынки сбыта. Во всем мире остается до конца не решенной проблема спасания людей с объектов, находящихся под водой. Ее решение по организационному и техническому уровню намного сложнее надводного поиска и спасания. В этой области до сих пор не организовано должное международное взаимодействие. Причина этого в отсутствии как коллективных, так и двухсторонних международных соглашений и общих требований к спасанию подводников и, как следствие, несовпадение соответствующих регламентов, требований, стандартов, инструкций и т.д.

Несовершенство государственной системы технического регулирования приводит в конечном счете к уменьшению эффективности спасания, увеличению финансовых и материальных затрат, ухудшению качества спасательной подготовки, следствием чего нередко становятся гибель людей и материальные потери на море и внутренних водных бассейнах.

Таким образом, назрела необходимость более энергичной унификации спасательных средств, оборудования и требований к ним, а также документов по организации спасания и спасательной подготовки. Проводить работы необходимо, используя новую методическую основу, отвечающую современным концептуальным взглядам на организацию спасания и на базе новой технической политики. Суть этого подхода заключается в формировании на основе широкого межведомственного и международно-сотрудничества единой системы технического регулирования, которая будет охватывать и комплексно увязывать все



Структурная схема решения вопросов технического регулирования в унифицированной системе спасания на море и внутренних водных бассейнах РФ

направления унифицированной системы спасания: организацию спасания, спасательную подготовку и создание технических средств спасания (рис. 1). При этом организация спасания и спасательная подготовка должны проводиться в соответствии с едиными руководящими документами ограниченной номенклатуры для всех ведомств, а при создании технических средств должны использоваться базовые технологии их разработки и производства.

Вопросы технического регулирования должны касаться всех направлений системы спасания: организации спасания, спасательных средств и технологий, спасательной подготовки, а также всех путей реализации унифицированной системы спасания на море и внутренних водных бассейнах: каталогизации; универсализации; стандартизации; сертификации.

При разработке перспективного облика государственной системы технического регулирования, которая, естественно, должна касаться и спасательных средств, необходимо учитывать накопленный исторический опыт как в нашей стране, так и за рубежом.

В советское время сформировалась и успешно функционировала государ-

ственная система стандартизации [2]. Она неоднократно признавалась одной из лучших в мире. СССР был одним из основателей Международной организации по стандартизации (ИСО). Председатель Госстандарта В.В. Бойцов с 1977 по 1979 г. был Президентом ИСО. Многие организационные и методологические принципы работы ИСО заимствованы из практики работы Госстандарта. Следует напомнить, что Комплексная система управления качеством продукции при создании ИСО была разработана и успешно применялась в Советском Союзе. Теперь она возвратилась в Россию в виде стандарта ИСО 9000.

Госстандарт СССР имел статус Государственного Комитета, подчинялся непосредственно Совету Министров, стоял на одном уровне с отраслевыми министерствами, что позволяло ему решать вопросы на межотраслевом уровне. Стандарты в Советском Союзе носили обязательный характер, а их невыполнение преследовалось по закону.

Однако данная система перестала удовлетворять новым аспектам государственной деятельности в условиях рыночного регулирования хозяйственных отношений, не учитывала возросшую значимость проблем обеспечения бе-

зопасности людей в чрезвычайных ситуациях.

Необходимость реформы системы технического регулирования была обусловлена:

- переходом от старого экономического и технического уклада хозяйственной системы России к новому системному подходу управления российской экономикой и техническим регулированием;

- возросшим значением в современных условиях необходимости защиты жизни и здоровья граждан, имущества физических и юридических лиц, государственного или муниципального имущества; охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений; предотвращения действий, вводящих в заблуждение приобретателей;

- выполнением в полном объеме требований ВТО по снятию технических барьеров в торговле, т.е. различий в требованиях международных и национальных стандартов.

Начало реформы было положено принятием Федерального закона РФ от 27 декабря 2002 г. № 184ФЗ «О техническом регулировании», который вступил в силу с 1 июля 2003 г. [3]. Закон был подготовлен Госстандартом РФ совместно с Министерством экономического развития и торговли РФ. Его основные положения базируются на положениях Соглашения о технических барьерах в торговле ВТО, а также на директиве Европейского союза (ЕС) «О процедуре представления информации в области технических регламентов и стандартов» и в полной мере отвечает современным мировым тенденциям, направленным на либерализацию торговых отношений.

Что касается других стран, то, например, в США действуют обязательные стандарты и стандарты добровольного применения. Обязательность стандартов определяется соответствующими законами.

Процедуры создания обязательных требований, в том числе в области технического регулирования, предусмотрены федеральными законами и правилами федерального правительства. В рамках этих процедур обязательные требования формулируются агентствами и департаментами федерального правительства, в том числе в виде обязательных правительственных (федеральных) стандартов.

Основная отличительная особенность американской системы заключается в том, что обязательные требования разрабатываются с участием консультационных комитетов при правительственных ведомствах с паритетным участием всех заинтересованных сторон.

Правила разработки добровольных требований также регулируются законо-

дательно и нормативно. При разработке стандартов обеспечивается возможность участия всех заинтересованных сторон и «консенсусный» подход к принятию.

В основу реформы российской системы положена европейская система технического регулирования

Техническое законодательство ЕС представлено постановлениями Совета, директивами Совета, гармонизированными европейскими стандартами.

Постановления Совета имеют прямое действие для стран-членов ЕС (без переоформления через национальное законодательство). Директива Совета вводится через законодательные акты государств-членов ЕС, причем устанавливаются сроки ввода: начало действия и конечный срок ее введения в национальных рамках. В применении постановлений и директив Совета (обычно используют одно понятие – директива) существуют старый и новый подходы.

В старых директивах, которые действуют и в настоящее время для некоторых видов продукции, устанавливаются конкретные требования.

Новый подход (или концепция) введен в 1985 г. В новых директивах требования формулируются в общей форме. Это обеспечивает длительность действия без изменения, тогда как старые директивы сопровождаются большим числом дополнений и массой поправок (до 100). В отличие от старых новые имеют унифицированную структуру – две части, одна из которых правовая, другая – техническая в количестве четыре–шесть приложений.

Основные принципы нового двухуровневого подхода (модели) сводятся к следующим:

- в директивах на продукцию задаются обязательные для выполнения общие (существенные) требования безопасности (первый уровень);
- задача установления конкретных характеристик возлагается на европейские стандарты (второй уровень);
- продукция, выпущенная в соответствии с гармонизированными (с директивой ЕС) европейскими стандартами, рассматривается как соответствующая общим (существенным) требованиям директивы (принцип презумпции соответствия);
- если изготовитель продукции не желает воспользоваться гармонизированным стандартом или такого стандарта нет, то он должен доказать соответствие продукции общим (существенным) требованиям директивы, как правило, с помощью третьей стороны;
- перечень гармонизированных с директивой европейских стандартов публикуется в официальном издании – журнале Совета ЕС (Official Journal of Europe).

В итоге, директивы определяют, какие стандарты являются обязательными, а какие добровольного применения и устанавливают правила разработки и публикации обязательных стандартов и сводов правил.

Кроме того, в европейских странах существуют обязательные стандарты прямого действия. Например, во Франции действуют 300 обязательных национальных стандартов.

Что касается системы стандартов в Китае, то она была основана на модели СССР. До принятия закона о стандартизации все стандарты в Китае носили обязательный характер.

В связи с вступлением Китая в ВТО в стране активно ведется реформа системы стандартов и технического регулирования. За основу взята двухуровневая модель ЕС.

В настоящее время в этой стране технические регламенты (первый уровень) действуют в форме постановления, приказа или обязательного стандарта, причем обязательный стандарт – это главная форма. Планомерно ведется работа по замене обязательных стандартов техническими регламентами. В соответствии с Законом о стандартизации сегодня стандарты подразделяются на два вида: обязательные – до утверждения соответствующих регламентов и добровольные (второй уровень).

Здесь действует правительственная программа развития стандартизации, которая предусматривает подготовку ежегодно около 10 000 специалистов по стандартизации и переподготовку более 10 000 специалистов из различных отраслей хозяйства с получением второго диплома по стандартизации.

Реформа системы стандартов и технического регулирования в Китае должна быть завершена к 2025 г.

На основании вышеизложенного следует констатировать, что в большинстве стран с развитой рыночной экономикой, таких как США и страны Евросоюза, в частности Германия, Великобритания, стандартизация в основном лежит на плечах промышленных союзов и ассоциаций.

Широкое и активное участие промышленности в разработке национальных и международных стандартов обеспечивает, с одной стороны, ускоренное продвижение передовых технологий, а с другой – предотвращает диктат государственных органов и контролирующих структур.

При реформировании российской системы технического регулирования и создании ее перспективного облика в качестве базовой основы берется европейская модель нового глобального двухуровневого подхода.

Первый уровень – это технические регламенты (ТР), в которых сформулированы обязательные существенные требования к продукции, обеспечивающие минимально необходимый уровень безопасности. *Согласно Федеральному закону № 184 технический регламент – это «документ, который принят международным договором РФ, ратифицированным в порядке, установленном законодательством РФ, или межправительственным соглашением, заключенным в порядке, установленном законодательством РФ, или федеральным законом, или указом Президента РФ, или постановлением Правительства РФ, или нормативным правовым актом федерального органа исполнительной власти по техническому регулированию и устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, в том числе зданиям, строениям и сооружениям или к связанным с требованиями к продукции процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации)».* Не включенные в технические регламенты требования не могут носить обязательный характер.

Второй уровень – стандарты, содержащие требования добровольного применения. В них указываются конкретные показатели, которых обязан достигнуть производитель, чтобы выполнить требования, заложенные в технических регламентах. *Сфера стандартизации – добровольная. Производитель сам будет выбирать, хочет он их использовать или нет. Согласно ст. 11 Федерального закона № 184, «цель стандартизации ... содействие соблюдению требований технических регламентов».*

В настоящее время к документам в области стандартизации, используемым на территории Российской Федерации, отнесены:

- национальные стандарты;
- правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации;
- применяемые в установленном порядке классификации, общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации;
- стандарты организаций;
- своды правил;
- международные стандарты, региональные стандарты, региональные своды правил, стандарты иностранных государств и своды правил иностранных государств, зарегистрированные в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов;
- надлежащим образом заверенные переводы на русский язык международных стандартов, региональных стандартов,

региональных сводов правил, стандартов иностранных государств и сводов правил иностранных государств, принятые на учет национальным органом Российской Федерации по стандартизации.

Двухуровневая модель достаточно гибкая, так как позволяет менять конкретные технические требования на продукцию, содержащиеся в стандартах достаточно часто, что во многом способствует повышению ее характеристик. Консервативными остаются только обязательные существенные требования, сформулированные в ТР. Добиться обязательного выполнения требований важных, по мнению производителей, действующих стандартов также легко. Для этого достаточно в техническом регламенте сделать ссылку на соответствующий документ стандартизации.

Федеральный закон № 184 предусматривает закрытый список исключений, когда могут устанавливаться и другие обязательные требования к продукции (размещение госзаказа для оборонных нужд, регулирование в области систем связи и др.).

Третья область технического регулирования это – оценка или подтверждение соответствия. Подтверждение соответствия – это «документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводов правил или условиям договоров» (ст. 2 Федерального закона № 184 «О техническом регулировании»). Процедура подтверждения соответствия может иметь как добровольный, так и обязательный характер и осуществляется органом по сертификации. Все органы по сертификации должны быть аккредитованы в установленном порядке.

Обязательное подтверждение соответствия проводится по требованиям технических регламентов в форме обязательной сертификации или декларирования соответствия.

Сегодня ответственным в сфере технического регулирования в России является Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование – преемник Госстандарта), которое входит в систему федеральных органов исполнительной власти и находится в ведении Министерства промышленности и торговли РФ.

Техническое регулирование в области поисково-спасательной техники имеет свои особенности.

В настоящее время принято около 20 технических регламентов (ТР), а

также более 70 проектов ТР находятся на стадии рассмотрения. Однако среди них нет ни одного прямо или косвенно касающегося поисково-спасательной, глубоководной и водолазной техники. А этот раздел специальной техники несет двойную нагрузку: во-первых, поисково-спасательная техника обеспечивает безопасность деятельности людей на море, а во-вторых – поисково-спасательная, глубоководная и водолазная техника должна обеспечивать максимальную безопасность самих спасателей. В условиях реформирования системы технического регулирования с целью недопущения поставок, закупок и использования технических средств сомнительного качества и недостаточного уровня безопасности в переходный период возникает настоятельная необходимость разработки проекта ТР «О требованиях к поисково-спасательной, глубоководной и водолазной технике».

Создание проекта ТР, а также сопутствующих документов – достаточно дорогостоящая работа, требующая привлечения квалифицированных специалистов практически всех ведомств, обеспечивающих спасение людей на море. Кроме того:

- необходимо добиться включения разрабатываемого ТР в Программу разработки первоочередных технических регламентов, принятой (в 2006 г.) и корректируемой распоряжениями Правительства РФ;

- а затем подготовить документы, необходимые для внесения проекта ТР в Госдуму (или для направления проекта закона в Правительство РФ):

- обоснование необходимости принятия закона о ТР с указанием тех требований, которые отличаются от положений соответствующих международных стандартов или обязательных требований, действующих на территории РФ в момент разработки проекта;
- финансово-экономическое обоснование принятия.

В соответствии с Положением о взаимодействии аварийно-спасательных служб министерств, ведомств и организаций на море и водных бассейнах России (зарегистрировано Министерством юстиции РФ от 28.07.1995 г. № 917):

- координирующая роль в обеспечении единой государственной технической политики в области создания средств поиска и спасания людей на море и внутренних водах РФ возложена на МЧС России;

- организация и координация действий ведомственных спасательных служб РФ, а также спасательных служб иностранных государств при поиске и спасении людей, терпящих бедствие на море, возлагается на Государственную морскую аварийную и спасательно-ко-

ординационную службу РФ (ФГУ «Госморспасслужба») Минтранса России.

Таким образом, МЧС, Минтранс или Минэкономразвитие могут быть заказчиками проекта нового ТР, а головным исполнителем – ОАО ГНИНГИ МО РФ или ЦНИИ им. А.Н.Крылова.

Одновременно с разработкой ТР «О требованиях к поисково-спасательной, глубоководной и водолазной технике» следует провести ревизию действующих стандартов (ГОСТ), а также в случае необходимости разработку новых стандартов и правил. К этой работе могут быть подключены саморегулируемые организации (СРО), которые в соответствии с федеральным законом о СРО могут вводить дополнительные требования к предпринимательской или профессиональной деятельности определенного вида. Следует заметить, что стандарты и правила СРО скорее будут относиться к профессиональной деятельности водолазов и спасателей и в меньшей – к поисково-спасательной технике.

Как уже указывалось, третьей областью технического регулирования является оценка или подтверждение соответствия, т.е. сертификация. Деятельность по сертификации в РФ основана на Законе РФ № 5151-1 1993 г. (ред. № 15ФЗ от 10.01.2003 г.) «О сертификации продукции и услуг», других законодательных и иных нормативных правовых актах РФ, касающихся сертификации отдельных видов продукции.

Сертификация направлена на достижение следующих целей:

- содействие потребителям в компетентном выборе продукции;
- защита потребителя от недобросовестности изготовителя (продавца, исполнителя);
- контроль безопасности продукции для окружающей среды;
- подтверждение показателей качества (технических характеристик), заявленных изготовителем.

Российским законодательством предусмотрена как обязательная, так и добровольная сертификация.

Добровольная сертификация проводится по инициативе заявителя на соответствие требованиям стандартов, технических условий и других документов, определяемых заявителем.

Обязательная сертификация осуществляется в случаях, предусмотренных законодательными актами РФ, в частности ТР. В настоящее время обязательной сертификации подлежит только продукция, находящаяся под надзором Российского Морского Регистра судоходства.

Появившаяся в 2009 г. некоммерческая организация «Ассоциация развития поисково-спасательной техники

технологий» (НО «АРПСТТ») в рамках реформы системы технического регулирования поставила перед собой в качестве одной из основных задач «создание системы сертификации поисково-спасательной техники и комплектующих изделий до 5-го уровня включительно, в том числе и импортируемых в Россию (вещества и материалы, средства спасения, комплектующие, испытательные установки, электронные, электротехнические изделия и их элементы) для обеспечения качества и безотказности поисково-спасательной техники в России».

В настоящее время при НО «АРПСТТ» создан и функционирует орган по сертификации поисково-спасательной техники, аккредитованный в установленном порядке. Однако количество организаций, желающих подтвердить соответствие показателей качества (технических характеристик) своей продукции и заключивших соответствующие договоры, на наш взгляд, крайне мало и не соответствует объективной потребности в контроле качества разрабатываемых и импортируемых спасательных средств. Такое положение свидетельствует об отсутствии реальной конкуренции и лишь о начальной стадии формирования цивилизованных правил работы на отечественном рынке спасательных средств. Пока несертифицированная продукция чувствует себя в России довольно «комфортно» – потребители ориентируются в основном на ценовые показатели, не отдавая пред-

почтения продукции с сертификатом по сравнению с несертифицированной. Вместе с тем практика выполнения ряда поисково-спасательных работ говорит о недостаточной эффективности импортируемой поисковой техники. Примером низкой эффективности импортной техники может служить работа ТНПА «Тайгер» и «Веном», использовавшихся во время операции по поиску самолета ТУ-142М в ноябре-декабре 2009 г. на Дальнем Востоке.

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. Пока в России действует ослабленная реформой технического регулирования государственная система стандартизации. Наблюдаются только первые отдельные попытки промышленности поддержать новую систему технического регулирования.

2. Многие области, особенно не попавшие в первую волну правительственной программы разработки технических регламентов, к числу которых относятся поисково-спасательная, глубоководная и водолазная техника, практически до сих пор не вовлечены в процесс реформирования системы технического регулирования.

3. Поисково-спасательная техника и спасательные средства, используемые при спасении людей на море и оказания помощи аварийным кораблям и судам, должна подлежать обязательной сертификации.

Представляется целесообразным ввес-

ти требования об обязательной сертификации поисково-спасательной техники ведомственных аварийно-спасательных служб путем включения данной продукции в разделы «Оценка и подтверждение соответствия» соответствующих ТР.

4. Скорейшее внедрение новой системы технического регулирования применительно к средствам поиска и спасения на море в условиях роста количества закупаемых импортных образцов и комплектующих изделий поисково-спасательной техники позволит существенно повысить эффективность выполняемых аварийно-спасательных работ и снизить затраты на их техническое обеспечение.

Следует также отметить, что России предстоит пройти большой и трудный путь формирования собственной системы технического регулирования. Только инициатива снизу, т.е. научных организаций, промышленников и предпринимателей, их объединений и ассоциаций способна ускорить прохождение реформы технического регулирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция развития национальной системы стандартизации РФ на период до 2020 года. Постановление Правительства РФ №1762-р от 24.9.2012 г.
2. Сильников М.В., Парфёнова Е.Е. Обеспечение качества при проектировании и разработке изделий специального назначения. – Тр. 4-й Всеросс. конфер. «Актуальные проблемы защиты и безопасности», СПб., 2001.
3. ФЗ №184 от 27.12.2002 г. «О техническом регулировании». ■

Практика эксплуатации морских судов свидетельствует о том, что неопределенность ситуации представляет собой одну из наиболее сложных проблем при анализе и прогнозе поведения судна в различных условиях эксплуатации. Отсутствие достоверных данных о динамике судна и внешней среды, неполнота исходной информации значительно затрудняют интерпретацию нестандартных (нештатных и экстремальных) и аварийных ситуаций [1–15]. В настоящей статье рассматривается подход, основанный на использовании бортовой интеллектуальной системы (ИС) обеспечения безопасности мореплавания [1, 3, 9], позволяющей представить физическую картину развития ситуации и построить ее динамическую модель. В качестве примера обсуждается одна из наиболее сложных аварийных ситуаций, вызвавшая большой интерес специалистов, занимающихся совершенствованием критериальной базы и архитектурных решений при обеспечении безопасности мореплавания морских судов новых поколений [12–15]. В процессе анализа отмечены особенности ситуации, которые в условиях неопреде-

ПРОБЛЕМЫ КОНТРОЛЯ ДИНАМИКИ СУДНА В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРИИ КАТАСТРОФ

*Е.П. Бураковский, д-р техн. наук, проф.,
П.Е. Бураковский, канд. техн. наук, доцент,
Калининградский государственный технический университет (КГТУ),
Ю.И. Нечаев, д-р техн. наук, проф., СПбГМТУ,
В.П. Прохнич, канд. техн. наук, доцент, КГТУ,
контакт. тел. 8 (4012) 96 55 11*

ленности требуют более детального анализа на основе концепции современной теории катастроф [4].

КОНТРОЛЬ ДИНАМИКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУДНА С ВНЕШНЕЙ СРЕДОЙ

Рассмотрим с позиций системного анализа [4] принципы построения и

синтез концептуальной модели контроля динамики судна в экстремальной ситуации (рис. 1).

Как видно из рис. 1, концептуальная модель формализует процедуры обработки информации, поступающей с датчиков измерительной системы, и обеспечивает выработку практических рекомендаций по обеспечению безо-



Рис. 1. Концептуальная модель контроля динамики судна

пасности судна в контролируемой ситуации. Преобразование информации при функционировании бортовой ИС в сложных динамических средах имеет вид [1, 3, 9]

$$S = (F: T \times X \times Q \times Y), \quad (1)$$

где S – множество стратегий управления; X – множество элементов оперативной базы данных; T – множество рассматриваемых моментов времени; Q – множество всех возможных значений вектора входных воздействий; $A = T \times X \times Q$ – множество закономерностей в данных; Y – множество правил обобщения информации; F – множество элементов, реализующих принцип конкуренции.

Аналитическая компонента динамической модели катастроф сформирована на основе принципов синергетического управления. С помощью такого управления можно реализовать способы непрерывной самоорганизации вдоль инвариантных многообразий-аттракторов, к которым подстраиваются все другие переменные динамической системы [8]. Модель синергетического управления судном в сложной динамической среде представляется как итерационный процесс, а для оценки истинной информации X вводится оператор $\chi(X)$, принимающий значения true, false, unknown. Если оператор $\chi(X) = \text{true}$, то в текущий момент времени информация X не противоречит имеющимся значениям. Рассматривая ресурсы, априорную информацию X и целевое предписание, можно представить оператор замыкания следующим образом:

$$\lambda_{k,l}: X \rightarrow X_{\max}, \chi(X_{\max}) = \text{true}, \quad (2)$$

где X_{\max} – максимум достоверной информации о состоянии системы (в прошлом, настоящем и будущем) с предельными свойствами

$$\forall X \text{ если } \lambda_k: X \rightarrow X_{\max}, \chi(X_{\max}) = \text{true}. \quad (3)$$

Фаза сжатия (фаза движения к целе-

вому аттрактору на интервале времени $[t_1, t_2]$) описывается с помощью оператора перехода

$$\Psi_{[t_1, t_2]}, R_v: X(t_1), u([t_1, t_2]), v([t_1, t_2]) \rightarrow X(t_2), \quad (4)$$

где $u([t_1, t_2])$ – управление на отрезке времени $[t_1, t_2]$; $v([t_1, t_2])$ – возмущения; R_v – доступные ресурсы на оперативное управление, а траекторией системы является упорядоченное множество $\{\Psi([t_1, t_2], R_v(X_{\max}(t), u, v)) | \chi_c(X^+(t)) = \text{true}, \uparrow t, \uparrow t\}$ где символ \uparrow означает возможность увеличения ресурсов.

Функционирование программного комплекса контроля текущих ситуаций реализовано с помощью методов контроля динамики судна в различных условиях эксплуатации. На основе этих методов разработана структура представления алгоритмов расчета характеристик мореходности и прочности судов в рамках интерпретации с помощью сервисно-ориентированной архитектуры. Структура сервисов построена с учетом представления результатов моделирования текущих ситуаций в виде формальных моделей, отображающих динамику взаимодействия судна с внешней средой на основе фрактальной геометрии и энтропийного подхода [2, 5]. При реализации вычислительной технологии использовалась парадигма обработки информации в мультипроцессорной среде [4].

АВАРИЯ ТАНКЕРА «НАХОДКА» В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ДИНАМИКИ СУДНА И ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

Танкер «Находка» разломился и затонул у берегов Японии в 1996 г., нанеся огромный экологический ущерб. Неопределенность возникновения и развития аварийной ситуации до сих пор остается загадкой, напоминающей катастрофы судов в районах «гиблых мест» [7]. К сожалению, авария танкера «Наход-

ка», широко обсуждаемая в зарубежной литературе, не получила должного научного освещения с позиций теории и строительной механики корабля, а также специалистов, занимающихся вопросами проектирования современных морских судов. Архитектурно-конструктивный тип, соотношения главных размерений и характеристики танкера «Находка» типичны для судов подобного класса. Длина судна $L = 166$ м, ширина $B = 22,4$ м, осадка $T = 9,38$ м и высота борта $H = 12,32$ м.

Рассмотрим особенности процесса взаимодействия судна в ходе развития аварии, которая была предварительно промоделирована на ИС «Мореходность» на основе данных, установленных по предварительным оценкам. Танкер «Находка» следовал из Шанхая в Петропавловск-Камчатский через Японское море и был полностью загружен нефтепродуктами класса С. Судно двигалось на попутном волнении и испытывало значительную килевую качку, в процессе которой корма судна периодически оголялась, винторулевой комплекс выходил из воды и двигатель окатывался в состоянии «разноса». Автоматическая система сбросила обороты, однако интенсивность качки изменилась незначительно. В этих условиях капитан принял решение изменить курс и развернул судно вразрез набегающему волнению. Двигаясь на встречном волнении, судно подвергалось сильной качке при увеличенной частоте встречи с набегающим волнением. Удары волн в носовую оконечность в конечном счете привели к потере прочности и гибели судна. Замеры состояния корпусных конструкций показали, что судно было в тяжелом состоянии из-за изношенного корпуса и не выдержало реально действующих динамических нагрузок.

Обсуждение физических закономерностей аварии проведем на основе результатов математического моделирования динамики взаимодействия судна с внешней средой, выполненных в работах [13, 15]. Состояние штормового моря в момент аварии характеризовалось 8-бальным волнением, а скорость судна составляла от 9 до 3,5 уз. Процесс колебательного движения судна представлен на рис. 2 в виде последовательных фрагментов, соответствующих различным фазам встречи судна с набегающей волной. Как видно из рисунка, килевая качка судна приводила к периодическому погружению носовой оконечности в волновое поле и значительному заливанию носовой части корпуса. Наиболее неблагоприятная фаза соответствует рис. 2, с, из которого следуют основные «скрытые» закономерности, обсуждение которых проведем с позиций гидродинамического взаимодействия и особенностей состояния прочности корпуса.

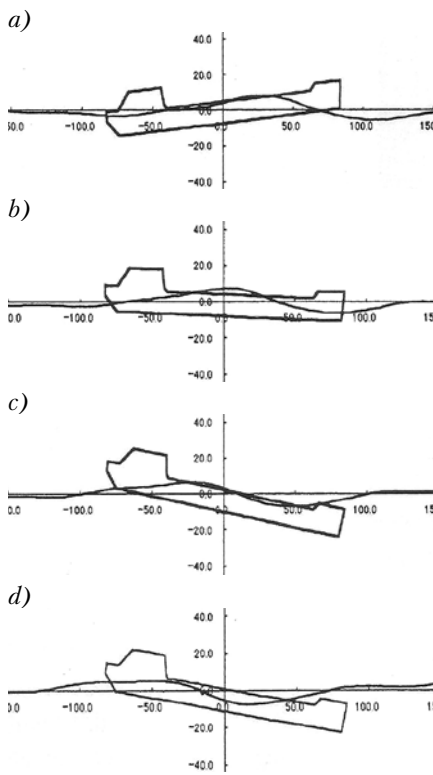


Рис. 2. Движение судна на экстремальном волнении

Особенности гидродинамического взаимодействия. Периодическое погружение в воду носовой оконечности на встречном волнении приводило к существенному изменению режима обтекания палубы. Динамика взаимодействия в этих условиях характеризуется возникновением значительных нагрузок, вызванных асимметричным обтеканием погруженной палубы, которую можно рассматривать как крыло сложной формы, расположенное под углом атаки к набегающему потоку жидкости [11]. Кроме того, потеря площади ватерлинии (до 50% и более) вызывала периодическое ухудшение продольной и поперечной остойчивости. В результате возникло явление попадания судна в «потенциальную яму» [4], приводящее к существенному снижению сопротивляемости судна внешним динамическим нагрузкам. Выявленные в процессе анализа «скрытые» эффекты взаимодействия привели к возникновению катастрофы и гибели судна. Оценка остойчивости при указанной потере площади ватерлинии показала, что реальные ее характеристики составляют приблизительно 50% от номинальных значений, а гидродинамические нагрузки при обтекании палубы почти на порядок превышали обычные силы и моменты, действующие в носовой оконечности судна при качке на нерегулярном волнении.

Особенности оценки прочности судна в результате периодического погружения носовой оконечности рассмотрим с позиций эксплуатационной прочности. В условиях изношенного корпуса дина-

мика взаимодействия судна с внешней средой существенно изменялась. Этот процесс усугублялся возникновением закономерностей, не учитываемых при проектировании судов подобной архитектуры. Как показывают предварительные оценки, проведенные на основе данных работ [13, 15], возникающие нагрузки от действия гидродинамической силы и момента при асимметричном обтекании палубы приводили к недопустимым напряжениям, возникающим в корпусных конструкциях, величина которых в несколько раз превышала нормируемые значения. В результате изношенный корпус оказался неспособным к восприятию действующих сил и судно, потеряв прочность, разломилось и затонуло.

Совершенствование архитектурных решений. Тяжелые аварии с танкерами подобного класса в последние годы постоянно напоминали разработчикам о просчетах и недостатках архитектурно-конструктивных решений. Об этом свидетельствуют материалы периодической печати [12, 14]. Особый интерес вызывают предложения по совершенствованию формы носовой оконечности. На рис. 3 представлен вариант решения, получивший название «axe bow» («топообразный нос»).



Рис. 3. Новое архитектурное решение при проектировании обводов носовой оконечности

Как видно из рис. 3, авторами предлагается принципиально новый подход к архитектурному решению при проектировании носовой оконечности. Основной дизайн может быть применен к большому диапазону различных типов судов, от фидерных контейнеровозов до насыпных судов с большим раскрытием палуб, накатных судов или ряда танкеров. Этот подход предполагает снижение гидродинамических нагрузок и существенное уменьшение эффектов от заливаемости носовой оконечности. Отличительной особенностью предлагаемой архитектуры является использование обводов носовой части корпуса, имеющих вертикальный форштевень [12, 14].

ВИРТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДИНАМИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ

Одним из эффективных направлений формализации динамических сцен в ИС управления и принятия решений в чрезвычайных ситуациях является использование *виртуального моделирования*.

Теория, методы и технологии разработки различных классов задач в системе виртуального моделирования при анализе физических эффектов взаимодействия в динамических средах охватывают различные ситуации. Сложность и взаимосвязь этих ситуаций выдвигают проблему оценивания качества моделей, анализа и упорядочения различных классов, обособленного синтеза новых моделей и выбора наиболее предпочтительных моделей для решения прикладных задач. Актуальность проблемы обостряется, если исследуемая динамическая сцена описывается *полимоделным* комплексом, в состав которого могут входить разнородные и комбинированные модели, каждая из которых оценивается своей системой показателей [4]. Особую сложность представляют динамические ситуации, связанные с необходимостью учета фактора времени. Прежде всего это относится

к тем объектам взаимодействия в динамической среде, которые под действием различных причин (объективных, субъективных, внутренних, внешних и др.) характеризуются существенной *структурной динамикой*. В таких условиях для сохранения полезности модели необходима адаптация параметров и структуры модели к изменяющимся внешним условиям. Это требует на этапе синтеза модели введения в ее состав дополнительных элементов, параметров и структур (избыточность), которые на этапе практической реализации ИС позволяют управлять качеством модели, снижать ее чувствительность и соответствующие показатели качества к измене-

ниям состава, структуры и содержания исходных данных в текущей ситуации.

Онтологическая система моделирования физических эффектов и закономерностей в динамической среде формируется как некоторое множество компонент [4, 9]:

$$\begin{aligned} \text{Ont}(DS) = < \text{Ont}(\text{Spec}), \\ \text{Ont}(\text{Univ}), \text{Ont}(\text{Form}) >, \end{aligned} \quad (6)$$

где онтология $\text{Ont}(\text{Spec})$ формализует учет специализации решений по допустимому классу моделируемых объектов и наполнения их качественными и количественными соотношениями, онтология $\text{Ont}(\text{Univ})$ обеспечивает универсальность решений по поддерживающим функциям, а онтология $\text{Ont}(\text{Form})$ – возможность представления математического аппарата (формализованной схемы), позволяющий генерировать желаемую структуру модели объекта.

Практическая реализация онтологической системы (6) предусматривает построение математических моделей, алгоритмов и программного комплекса, обеспечивающих функционирование системы виртуального моделирования. При этом компоненты системы должны быть достаточно полно разработаны для проверки гипотез о поведении судна, особенно динамики сложного нелинейного взаимодействия объекта с внешней средой. Вычислительные эксперименты могут подтвердить или отвергнуть принятые гипотезы и предположения, определить возможные пределы и ограничения, показать, в каком направлении необходимо совершенствовать модель динамической ситуации ее практическое приложение.

Цель исследования аварии танкера «Находка» с позиций виртуального моделирования – создать виртуальную экспериментальную ситуацию, достаточно реалистичную для отображения и изучения свойств взаимодействия в текущей динамической сцене. Для этого необходимо описать переменные и указать пути упрощения задачи с целью конструирования более совершенных экспериментальных ситуаций за счет постепенного введения усложнений. Поведение объектов в экспериментальной ситуации должно быть выражено количественно. При этом предполагается, что ситуация может разлагаться на более простые, которые легко изучать и интерпретировать на основе моделей, накопленных в процессе обобщения практических наблюдений. Сформулированная таким образом экспериментальная ситуация является первым шагом на пути построения более строгой модели изучаемой реальности динамики развития аварии. Она используется для того, чтобы накопить опытные данные для теорети-

ческих построений и обобщений используемых методов и моделей обработки информации при интеллектуальной поддержке процессов конструирования и экспериментирования.

РЕАЛИЗАЦИИ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КАТАСТРОФЫ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И НЕПОЛНОТЫ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Отображение поведения судна в текущей ситуации реализуется с помощью динамической модели катастрофы, которая в рамках парадигмы обработки информации в мультипроцессорной вычислительной среде может быть представлена в виде кортежа [4]

$H(\text{Cat}) = < B(\theta, t), GZ(\theta, t), C(\theta, t) >$, (7) где $B(\theta, t)$ – бифуркационное множество, представляющее собой образ особого множества в пространстве управляющих параметров; $GZ(\theta, t)$ – множество, отображающее динамическую среду, интегрирующую влияние внешних возмущений и особенностей динамики объекта; $C(\theta, t)$ – множество, отображающее структурные изменения в форме подводной части корпуса судна, вызванные непрерывным изменением конфигурации действующей ватерлинии.

Множества $B(\theta, t)$, $GZ(\theta, t)$, $C(\theta, t)$ являются интегральными характеристиками, отображающими динамику процесса взаимодействия судна с внешней средой при различном уровне внешних возмущений и непрерывном изменении элементов системы. При построении этих множеств используется реальная картина изменения гидроаэродинамических факторов, определяющих модель взаимодействия в исследуемой ситуации. Переход от этой общей модели к конкретной реализации позволяет представить динамику сложной системы в виде модифицированной катастрофы сборки. Интеграция аналитической компоненты осуществляется за счет использования моделей отображения динамической среды на основе критериальных уравнений, теории стохастических систем и детерминированного хаоса, синергетической парадигмы и теории нейронетических систем [3]. В качестве математической модели при оценке устойчивости системы используются метод функционала действия и модифицированное уравнение Матье, расширение которого достигнуто за счет включения нелинейной пространственной функции в периодическую составляющую этого уравнения [4, 9].

Динамическая модель катастрофы, отображающая ситуацию потери прочности танкера «Находка» может быть реализована с помощью модифицирован-

ных катастроф складки и сборки, позволяющих представить геометрическую интерпретацию аварийной ситуации, на базе которой построить структуры, формализующие процесс развития катастрофы.

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА ЗНАНИЙ

Функционирование бортовой ИС связано с оперативным контролем текущей ситуации и прогнозированием ее развития в условиях непрерывного изменения динамики объекта и внешней среды. Обеспечение такого контроля достигается на основе адаптивных алгоритмов, способных перестраивать свою структуру при изменении поведения судна в текущей ситуации. При синтезе алгоритмов используются принцип *нелинейной самоорганизации* [1, 3, 9]. Этот принцип наиболее эффективен в задачах контроля и прогнозирования экстремальных ситуаций, связанных с внезапными (скачкообразными) изменениями в поведении судна. На основании данных прогноза ИС вырабатывает практические рекомендации таким образом, чтобы избежать этой опасности. Реализация принципа нелинейной самоорганизации при разработке базы знаний ИС требует большого объема вычислительных операций, связанных с предварительной оценкой динамики объекта на основе математического моделирования экстремальных ситуаций с последующей формулировкой соответствующих критериальных оценок.

При формализации знаний и механизма логического вывода важное значение имеет организация адаптивной системы на основе парадигмы обработки информации в мультипроцессорной вычислительной среде [4]. Одно из направлений ее организации связано с реализацией принципа адаптивного резонанса (Adaptive Resonance Theory – ART [3]), получившего широкое распространение при построении и обучении искусственных нейронных сетей. Формируемые на основе этого принципа свойства базы знаний наиболее четко проявляются при обеспечении функционирования ИС в задачах интерпретации экстремальных ситуаций в условиях неопределенности и неполноты исходной информации. Важной особенностью системы знаний, использующей принципы адаптивного резонанса, являются:

- возможность сохранения *свойства пластичности* при запоминании новой информации;
- предотвращение *модификации* исходной базы знаний за счет формирования новых правил, описывающих возникшую нестандартную ситуацию.

Адаптивная система знаний позво-

ляет сформировать логическую модель аварийной ситуации танкера «Находка» за счет корректировки базы знаний ИС. Совершенствование и расширение динамической базы знаний осуществляется за счет включения новых моделей. Подобно нейронной сети ART, база знаний имеет внутренний детектор новизны – тест на сравнение предъявленной нестандартной ситуации (нового образа) с содержимым ансамбля логических правил.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДИНАМИКИ СУДНА НА БАЗЕ ФРАКТАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Интерпретация динамики судна в рамках динамической модели катастрофы осуществляется в зависимости от степени неопределенности текущей ситуации. Формализация неопределенности основана на представлении ситуации в виде слабой, значительной и полной неопределенности. В условиях слабой и значительной неопределенности оценка динамики судна ведется на основе представления внешнего возмущения в виде климатического спектра и описания взаимодействия с помощью модифицированного уравнения Матвея [4]. Однако в условиях полной неопределенности приходится прибегать к формулировке гипотез и упрощающих предположений, что достигается с помощью синергетической парадигмы [8]. Реализация синергетической парадигмы осуществлена на основе фрактальной геометрии. При этом рассматриваются два предельных случая эволюции судна как сложной динамической системы:

- движение судна к целевому аттрактору, формируемому в процессе выработки управляющих воздействий;
- потеря устойчивости (потеря прочности, опрокидывание) в случае малой эффективности управления или невозможности его реализации в режиме реального времени.

Фрактальная структура эволюции судна представляет собой совокупность операций, реализующих методы обработки информации в нестационарной динамической среде. Формально модель знаний в этих условиях может быть представлена в виде структуры $M(\text{Fract-Know}) = \{F/\text{Cat}\}: J(X) \rightarrow J(Y)$, (8) где $\{F/\text{Cat}\}$ – фрактальная структура, реализующая динамическую модель катастрофы; $J(X)$, $J(Y)$ – вход и выход модели.

На основе соотношения (8) реализуется алгоритм преобразования информации в рамках фрактальной геометрии с учетом особенностей динамической структуры катастрофы [4]. Для повышения эффективности отображения текущей ситуации в сложных динамических средах геометрические

образы фракталов дополняются структурами, реализуемыми на основе когнитивной парадигмы [1, 3, 9].

При оценке риска принятия решений в ходе интерпретации сценариев рассматривают текущее S^t , начальное S^0 и конечное S^k состояния судна [1]. Начальное состояние соответствует моменту реализации принятого решения (альтернативы), а конечное – состоянию, которое приобретает в результате управляющего воздействия. Указанные состояния можно представить в виде обобщенных векторов

$$S^t = \{S_i^t\}, S^0 = \{S_i^0\}, S^k = \{S_i^k\}, (i = 1, \dots, n). \quad (9)$$

Функция управления ИС состоит в том, чтобы из множества целевых состояний (альтернатив) $\{S^j\}^m$ сформировать обобщенный вектор конечного состояния S^k в соответствии с коллективной стратегией F^k

$$S_j^k = F^k(\{S^j\}^m, S_i^k, j); (i = 1, \dots, n, i \neq j), \quad (10)$$

где S_i^k – множество целевых состояний подсистем ИС.

Эти данные позволяют на заданном интервале времени $[t_0, t_k]$ определить искомое решение поставленной задачи. Анализ ведется в реальном масштабе времени с использованием методов математического моделирования. При этом подмножества разрешенных и запрещенных состояний судна определяются соотношениями [1, 9]

$$\{S^j\}^\alpha = F^\alpha(\{S^t\}, S_i^t, j); \{S^t\}^\alpha = \bigcup_{j=1}^m \{S^j\}^\alpha; \quad (11)$$

$$\{S^t\}^\beta = \{S^t\} \setminus \{S^t\}^\alpha \quad (j = 1, \dots, m).$$

Здесь $\{S^j\}^\alpha$ и $\{S^t\}^\alpha$ – подмножества запрещенных состояний для всей ИС и для отдельных подсистем; $\{S^t\}^\beta$ – подмножество разрешенных состояний.

Функция рассогласования, определяющая качество работы ИС при реализации коллективной стратегии, может быть построена на основе модели или функции выбора, а также метода эталонов. Однако во многих случаях можно ограничиться построением критерия в рамках нечеткого логического базиса.

Интерпретация аварии танкера «Находка» с помощью фрактальной геометрии позволяет проследить динамику развития аварийной ситуации. Последовательность анализа может быть представлена в виде следующих этапов: первый этап – реализация исходной динамики взаимодействия при движении судна на попутном волнении и выявление «скрытых» закономерностей процесса, второй этап – маневр судна при кардинальном изменении курсового угла волны, третий этап – интенсивные динамические нагрузки и потеря прочности при движении судна вразрез набегающему волнению.

ЭНТРОПИЯ КАК МЕРА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ СИТУАЦИИ

Важной характеристикой модели взаимодействия в сложных ситуациях является мера адаптации. Поведение адаптивной системы требует обеспечения максимума информации для ее лучшей адаптации в неопределенной среде. При оценке эффективности функционирования динамической модели катастроф используется взаимная информация между условиями решения задачи и реакцией системы при реализации механизма логического вывода. Если рассматривать события x и y как реализации случайных дискретных переменных X и Y в общем случае являющихся векторами, то взаимная информация между X и Y открывает возможности использования может энтропийного подхода [2]. Неопределенность состояния судна в текущей ситуации может быть оценена по величине вероятностной энтропии рассматриваемой координаты $y - H(y)$, принятой в качестве базовой характеристики при оценке потери устойчивости и прочности:

$$H(y) = - \int_{-\infty}^{\infty} p(y) \ln p(y) dy, \quad (12)$$

где $p(y)$ – дифференциальный закон распределения параметра.

На основе выражения (12) можно оценить степень эволюции судна или эффективность управления, направленного на стабилизацию его состояния при движении к целевому аттрактору в рассматриваемых координатах $y_j (j \in J)$ по величине изменения энтропии, с увеличением которой растет неопределенность состояния судна. Рассматривая в качестве меры неопределенности величину энтропийного потенциала Δ_j [2], можно дать приближенную оценку опасности ситуации. Величина Δ_j является обобщенной характеристикой нестабильности состояния объекта: чем выше уровень нестабильности объекта, тем больше величина Δ_j , тем выше его энтропийный потенциал. Удобство использования величины Δ_j для организации мониторинга и управления судном в условиях неопределенности состоит в том, что она может быть выражена через характеристики рассеяния определяющего параметра в виде

$$\Delta_j = K_\sigma y, \quad \Delta_j \rightarrow \min, \quad (13)$$

где σ – величина среднеквадратического отклонения, характеризующая степень рассеяния рассматриваемого параметра; K_σ – энтропийный коэффициент закона распределения параметра, позволяющий учесть влияние закона распределения на нестабильность параметра.

Для морских судов диапазон изменения параметров ограничен на ап-

паратном уровне и в системах управления в виде блокировок и защит. Из условия $\Delta_3 \rightarrow \min$ следует, что повышение эффективности управления для уменьшения степени неопределенности текущей ситуации должно быть направлено на уменьшение его энтропийного потенциала.

Оценка динамической ситуации при потере прочности танкера «Находка» может быть выражена через энтропийный потенциал, величина которого непрерывно изменяется в процессе развития ситуации и стремится к максимуму при движении судна вразрез набегающему волнению. В условиях потери прочности величина энтропийного потенциала достигает максимума ($\Delta_3 = 1$).

КОГНИТИВНАЯ МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМЕ «ОПЕРАТОР–ИС»

Парадигма обработки информации на основе моделей теории катастроф реализуется в рамках концепции самоорганизующихся систем [4] и представляется в виде соотношения $\{W(t) \times V(t)\} \rightarrow \Omega(\theta, \psi, \dots, \zeta, t)$, (14) где $\{W(t) \times V(t)\}$ – нестационарные процессы, порывы ветрового потока – флуктуации взволнованной поверхности жидкости; $\Omega(\bullet)$ – область, поведения судна под воздействием внешних возмущений; $(\theta, \psi, \dots, \zeta)$ – параметры, определяющие динамику объекта в текущей ситуации.

Траектория, реализуемая преобразованием (14), представляет собой последовательность состояний динамической системы, смена которых осуществляется в зависимости от уровня действующих возмущений и особенностей динамики объекта. Управление судном в процессе развития эволюции формируется на основе рекомендаций, вырабатываемых ИС в рамках когнитивной парадигмы с использованием данных динамических измерений, интегрированной системы знаний и методов моделирования на основе стандартных, нечетких и нейросетевых моделей [3, 9].

Реализация когнитивной парадигмы при формировании экрана взаимодействия «Оператор–ИС» осуществляется совместно с геометрической и аналитической интерпретацией исследуемой ситуации. При этом интерактивное взаимодействие оператора и управляющей структуры ИС в формализованном пространстве определяет *человеческий потенциал* на заданном интервале времени, а воздействие человеческого потенциала на текущее состояние объекта управления – *человеческий фактор* [6]. Количественная

мера человеческого фактора HF в терминах теории вероятности определяется как вероятность преобразования текущей (нештатной) ситуации судна в нормальную (штатную) ситуацию путем поиска эффективных решений при интеллектуальной поддержке ИС: $HF = < P[\{S(C), t\} \rightarrow \{S(N), t\}], S(D, t) >$, (15) где $\{S(C), t\}$ – текущая ситуация; $\{S(D), t\}$ – нормальная (штатная) ситуация.

Управляющая деятельность оператора бортовой ИС представляется как формирование управленческих воздействий на основе формализованных знаний о поведении судна и опыта управления на основе творческого поиска решений при интеллектуальной поддержке ИС:

$U(HF) = < F(\text{Know}), T(\text{Sarch}) >$, (16) где фактор $F(\text{Know})$ определяет формализованную систему знаний, а фактор $T(\text{Sarch})$ – поиск управленческих решений.

Для двух типичных классов состояния судна в виде движения к целевому аттрактору и потери устойчивости такая модель представляется классами состояния в зависимости от эффективности интеллектуальной поддержки: $C(S) = < C(\text{Attr}), C(\text{Cap}) >$, (17) где $C(\text{Attr})$ – класс целевого аттрактора; $C(\text{cap})$ – класс потери устойчивости (возникновение катастрофы).

Класс потери прочности при развитии аварии танкера «Находка» можно характеризовать как состояние, связанное с отсутствием исходной информации и интеллектуальной поддержки. В результате капитану предстояло принять решение в условиях полной неопределенности. Выбор стратегии маневрирования и перевод судна в ситуацию движения вразрез набегающему волнению оказался роковым для судна, корпус которого был практически изношен, а динамические нагрузки вследствие неудачных архитектурных решений – катастрофическими.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, рассмотренный подход к анализу и прогнозированию динамических ситуаций открывает новые возможности исследования физических процессов и явлений, определяющих поведение судна в сложной динамической среде. Ключевыми понятиями при интерпретации экстремальных ситуаций методами современной теории катастроф являются самообучение и самоорганизация. Решение этих проблем в условиях неточности и неопределенности исходной информации осуществляется путем построения расчетных схем интерпретации текущей ситуации методами фрактального анализа на основе парадигмы обработ-

ки информации в мультипроцессорной динамической среде. Под влиянием идей и подходов синергетики возникло новое направление в исследовании поведения сложных динамических систем методами современной теории катастроф, определяющее переход системы от одного уровня упорядоченности к другому, раскрытие поведения системы как процесса самоорганизации. Реализация методов теории катастроф позволяет рассматривать динамику взаимодействия судна с внешней средой в рамках сложной открытой системы, закономерности эволюции которой помогают объяснять многие ее феномены и предсказывать направления развития [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Бортовые интеллектуальные системы. – Ч. 2: Корабельные системы. – М.: Радиотехника, 2006.
2. Лазарев В.Л. Эволюция систем контроля и управления с позиций информационно-энтропийной теории. – Сб. докл. Международ. конф. по мягким вычислениям и измерениям SCM'2005, т.1. – СПб.: Изд. СПбГЭТУ «ЛЭТИ», с.33 – 41.
3. Нейрокомпьютеры в интеллектуальных технологиях XXI века. – М.: Радиотехника, 2011.
4. Нечаев Ю.И. Теория катастроф: современный подход при принятии решений. – СПб.: Арт-Экспресс, 2011.
5. Пайтген Х.-О., Рухтер П.Х. Красота фракталов. – М.: Мир, 1993.
6. Парфенова М.Я., Колганов С.К., Парфенов И.И., Иванов В.И. Человеческий фактор в интеллектуальных информационных технологиях для профилактики, предупреждения и устранения аварийных ситуаций // Информационные технологии. – 2005. – №5. – С.21–29.
7. Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф. – М.: Мир, 1980.
8. Синергетическая парадигма: Многообразие поисков и подходов. – М.: Прогресс-Традиция, 2000.
9. Системы искусственного интеллекта с интеллектуальных технологиях XXI века. – СПб.: Арт-Экспресс, 2011.
10. Справочник по строительной механике корабля. – В 3-х т. / Под ред. О.М.Палия. – Л.: Судостроение, 1982.
11. Справочник по теории корабля. – В 3-х т. / Под ред. Я.И.Войткунского. – Л.: Судостроение, 1985.
12. Buckling *Tork*. The Axe Factor: Damen & Amels take a bow // The Yacht Report. – Issue 111, march 2010. – P. 46–52.
13. Iwao Watanabe, Hidecimi Ontsubo. Analysis of the accident of the MV Nakhodka. Part 1. Estimation of wave loads // Marine Science and technology. 1998. – Vol.3. – No 4 (Springer). – P.171–180.
14. Keuning J.A., Pinkster J., F. van Walree. Further Investigation into the Hydrodynamic Performance of the AXE Bow Concept. – HSMV 2002, Naples, Italy, 2002.
15. Tetsuya Yao, Yoichi Sumi, Hiroyasu Atsushi Kumano, Hidetoshi Sueoka, Hideami Ontsubo. Analysis of the accident of the MV Nakhodka. – Part 2: Estimation of the structural strength // Marine Science and Echnology. – 1998. – Vol.3. – No 4 (Springer). – P.181– 93. ■

25 января 2013 г. заслуженному деятелю науки РФ, академику РАЕН, международному эксперту по высокопроизводительным вычислениям и интеллектуальным системам, выдающемуся ученому XXI в. исполнилось 80 лет.

Круг интересов Ю.И. Нечаева очень разнообразен: это и гидродинамика, и интеллектуальные технологии, и биотехнические и авиационно-космические системы. Под его непосредственным руководством как директора и генерального конструктора Специального конструкторского бюро информационно-управляющих систем созданы система управления посадкой космического комплекса «Буран», биотехнические системы защиты акватории, гидродинамические системы новых типов движителей «машущее крыло» морских динамических объектов, системы посадки летательных аппаратов корабельного базирования.

Ю.И. Нечаев руководит Санкт-Петербургским отделением Российской ассоциации «Нейроинформатика» и городским научным семинаром «Современные проблемы интеллектуальных технологий XXI века», представляет Россию на международных форумах по развитию науки, техники и образования.

Ю.И. Нечаев – автор 102 изобретений, имеет большой опыт совместных разработок с ведущими зарубежными фирмами Англии, США и Италии по созданию бортовых интеллектуальных систем обеспечения безопасности мореплавания и посадки летательных аппаратов морского базирования. О научном весе Ю.И. Нечаева говорит его утверждение в 2009 г. в США на должность международного независимого эксперта по проблеме «Интеллектуальные технологии XXI века», а также включение экспертной комиссией США в число 50 выдающихся ученых 2012 г. Его 105 публикаций на английском, норвежском и японском языках имеются в 140 библиотеках зарубежных университетов.

Наиболее выдающийся результат исследований последних лет Ю.И. Нечаева – создание современной теории катастроф, об основах которой он сделал доклад, отмеченный золотой медалью в Кембридже (Англия) в 2010 г. Его монография «Теория катастроф: современный подход при принятии решений» в 2011 г. была удостоена престижной премии имени Альберта Эйнштейна, США. При этом было отмечено, что впервые за 40 лет со времени создания теории катастроф Рене Тома именно Ю.И. Нечаеву удалось соединить теорию катастроф с интеллек-

К 80-ЛЕТИЮ АКАДЕМИКА РАЕН Ю.И. НЕЧАЕВА



туальными технологиями и высокопроизводительными вычислениями. Реализация современной теории катастроф имеет глобальное применение при контроле чрезвычайных ситуаций (авиационно-космические и корабельные системы, транспортные потоки, наводнения, землетрясения, сход снежных лавин и др.).

Ю.И. Нечаев делом своей жизни считает не только науку, но и преподавательскую деятельность. Ей он отдает весь свой незаурядный талант, свою кипучую энергию. У него в высшей степени развито чувство нового, интуитивное понимание того, что является прогрессивным и перспективным. За подготовку талантливой молодежи Ю.И. Нечаев награжден медалью и занесен на Доску чести книги «Одаренные дети – будущее России», изданной Правительством РФ (Москва, 2009).

Широта и многогранность научно-педагогической деятельности Ю.И. Нечаева является примером служения науке и практике передовых отраслей техники – судостроению и авиации, а опыт генерального конструктора, инженера и математика позволил ему совершенствовать эти области практических приложений на базе интеллектуальных технологий. Юрий Иванович – автор 570 научных работ, 16 монографий, причем 4 из них изданы за рубежом. Он подготовил 17 докторов и 36 кандидатов технических и физико-математических наук. Научная деятельность Ю.И. Нечаева получила большое признание и известность за рубежом. Он читает лекции по сис-

темам искусственного интеллекта в ведущих университетах Европы и США. Его методы и модели востребованы в научном мире и реально используются в разных странах. Он лауреат пяти международных премий в области интеллектуальных систем (Англия, Голландия, США, Швеция, Япония), удостоен почетного звания «Выдающийся ученый XXI века» (Кембридж, Англия, 2007, Вашингтон, США, 2012), признан Человеком года (США, 2011).

Наряду с традиционной тематикой Ю.И. Нечаева интересуют приложения интеллектуальных технологий в одной из наиболее сложных и малоизученных областей – медицине. В 2001–2004 гг. он участвовал в разработке российско-белорусского проекта по созданию многопроцессорной ИС в области телемедицины. Созданная им на уровне изобретения база знаний обеспечила принятие решений при контроле сердечно-сосудистых заболеваний, что особенно важно для районов, удаленных от ведущих научно-исследовательских центров и предприятий медицинской диагностики. Сейчас Ю.И. Нечаев вместе с учеными Амстердамского университета работает над созданием системы контроля больных СПИДом, что приблизит к решению этой сложной медицинской проблемы.

В 2012 г. Ю.И. Нечаева, единственного представителя России среди семи зарубежных профессоров, чествовали в Калининградском государственном техническом университете в связи с присуждением ему звания «Почетный доктор», а в Оксфорде (Англия) ему как международному эксперту вручили орден выдающегося посла за вклад в международное сотрудничество в области науки.

Вся творческая жизнь Ю.И. Нечаева – пример служения людям в соответствии с постулатом древнегреческого философа Платона: «И только стараясь о счастье других, мы находим свое собственное».

Ю.И. Нечаев – член редколлегии журнала «Морской вестник» с 2002 г.

Друзья и коллеги поздравляют Юрия Ивановича Нечаева с юбилеем и желают ему доброго здоровья и дальнейших творческих успехов.

Редколлегия и редакция журнала «Морской вестник» присоединяются к этим поздравлениям и желают ему благополучия и новых научных открытий.

Истории мирового мореплавания известно более миллиона случаев кораблекрушений, связанных с гибелью людей. Однако в конце XX в. и первой половине XXI в. острота проблемы неизмеримо увеличилась, а ее масштабы стали глобальными. Прежде всего это определяется стремительно возрастающей экономической деятельностью человека на континентальном шельфе (перевозка грузов, рыболовство, поиск месторождений полезных ископаемых и т.д.), которая имеет устойчивую тенденцию, а также интенсивным развитием морского туризма.

По мнению экспертов, основными причинами гибели судов являются недостаточное высокое качество проектирования и строительства судна, низкая эффективность и надежность аварийно-спасательной техники, недостатки в подготовке личного состава по борьбе за живучесть и по использованию средств индивидуального и коллективного спасения. Однако из этого списка совершенно напрасно, по нашему мнению, исключены столкновения с морскими млекопитающими, в частности, китами, как причина возможного кораблекрушения. Еще в 1819 г. страховые кампании впервые зафиксировали гибель парусника, потопленного ударом кашалота. В 1820 г. взбешенный кашалот дважды таранил китобойное судно «Эссекс» и потопил его вместе с командой [2].

По данным международной организации Гринпис *ежедневно в мире регистрируется в среднем три случая столкновения судов с китами*. При этом серьезные финансовые потери несут судовладельцы, гибнут сами киты.

Иногда киты (в основном кашалоты) сами атакуют суда, причем не только яхты или прогулочные катера и небольшие рыболовные суда, но и скоростные пассажирские паромы (СПП). Например, только за четыре месяца (январь – апрель) 2006 г. произошло шесть столкновений СПП, курсирующих между Республикой Корея и Японией и кашалотами. При этом один пассажир погиб, а на ремонт СПП было затрачено 5,2 млн. долл. США.

6 января 2006 г. СПП «Коби-3» на скорости 83 км/ч столкнулось у берегов Южной Кореи с китом. В результате были повреждены подводные крылья судна и около 30 пассажиров получили легкие травмы.

5 марта 2006 г. в 60 км к востоку от о. Цусима с китом столкнулось СПП, возвращавшееся из г. Пусан в г. Фукуока. При этом 11 человек получили травмы средней тяжести.

20 марта 2006 г. СПП, следовавшее курсом из префектуры Фукуока в южнокорейский порт Пусан, в районе японского о. Кюсю столкнулся с китом. Ник-

ПОЧЕМУ КИТЫ СТАНОВЯТСЯ УБИЙЦАМИ, ИЛИ К ВОПРОСУ О НАВИГАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МОРЕПЛАВАНИЯ

*С.А. Бахарев, д-р техн. наук, проф., вед. науч. сотрудник,
Г.П. Дремлюга, канд. воен. наук, начальник отдела,
А.В. Рогожников, начальник отдела, ЦНИИ «Курс»,
контакт. тел. (495) 365 8463*

то из 177 пассажиров и членов команды серьезно не пострадал, однако из-за полученных повреждений паром не смог продолжить плавание.

10 апреля 2006 г. СПП «Топпи-4», совершая рейс между г. Кагосима и о. Яку, получил удар от кита (рис. 1). В момент удара скорость парома достигала 80 км/ч. Толчок был такой силы, что, по свидетельству очевидцев, «некоторых из пассажиров перебросило вперед на пять рядов». Ранения различной степени тяжести получили 93 человека. В итоге 36 пассажиров и членов экипажа пришлось госпитализировать. Для проведения спасательных работ после столкновения к месту происшествия прибыли три патрульных судна и два вертолета.



Рис. 1. Скоростной пассажирский паром, трижды сталкивавшийся с китом

Как зафиксировано наблюдателями, например, при движении самки кита с детенышем один цикл движения («погружение – плавание под водой – всплытие – дыхание на поверхности») занимает ок. 3–4 мин. При этом максимальная глубина погружения китов составляет ок. 30 м, а проходимое расстояние – примерно 150 м. В то время как при движении одиночной особи взрослого кита один цикл движения занимает ок. 18 мин. При этом обычная глубина погружения кита – примерно 120 м (в 4 раза больше), а проходимое расстояние – 600 м. Другими словами, наличие новорожденного китенка вынуждает самку длительное время находиться на опасных в навигационном отношении горизонтах (менее 30 м) и на поверхности моря.

Процессы всплытия, нахождения на поверхности (с целью проветривания

легких) и погружения сопровождаются не только характерными звуками дыхания, гидродинамическими ударами, но и формированием неоднородностей из брызг воды в воздушной среде непосредственно над местом нахождения кита. Причем не только над водой, но и за счет его линейных размеров и подводного водоизмещения в приповерхностном (несколько метров) слое воды. Данная информация использована нами в процессе реализации разработанного метода гидроакустического обнаружения и классификации, а также вытеснения (нелетального поражения) кита с курса движения судна [3–7].

Общее количество столкновений СПП с китами в период с 2000 по 2006 г. увеличивалось, а наибольшее их количество приходится на весенний период – с марта по май, когда у самок появляются детеныши, и в силу природного инстинкта они просто атакуют «противника» ради защиты потомства.

Таким образом, можно обозначить следующие причины роста числа столкновений с крупными морскими млекопитающими [8, 9]:

- продолжительные (по пространству и во времени) миграции китов;
- изменение районов питания китов из-за глобального изменения климата;
- существенное изменение режима плавания самок при наличии новорожденных китят: частое (через 8–10 мин.) всплытие на поверхность моря для дыхания, плавание на небольших (30–40 м) глубинах и др.;
- существенное (агрессивность, атака судов и др.) изменение поведенческих характеристик самок при наличии новорожденных китят;
- ухудшение пространственной ориентации китов (частичная глухота) из-за высокой интенсивности судоходства и др.

Следует заметить, что на высоких скоростях хода (ок. 80 км/ч) при подъеме судна примерно до 2 м над поверхностью воды основными средствами наблюдения за окружающей обстановкой на СПП являются радиолокационная станция и бинокль. В качестве средств «отпугивания» китов, находящихся

в носовом секторе СПП, применяют пневмоакустические излучатели, которые над поверхностью воды формируют энергетические сигналы, не имеющие смыслового значения, а вызывающие лишь дискомфортное состояние у китов.

Учитывая отсутствие прямого контакта электроакустических преобразователей с водой, о применении каких-то активных (эхолоты) или пассивных (шумопеленгаторы) гидроакустических средств (ГАС) не может идти и речи [1].

Прежде чем приступить к описанию разработанной гидроакустической системы обеспечения навигационной безопасности мореплавания судов (на примере, СПП и прогулочного катера) сделаем несколько замечаний.

Во-первых, средняя и особенно кормовая части движущегося судна находятся в воздушно-водяной завесе. Другими словами, опосредованный контакт с поверхностным слоем воды все-таки существует, что может быть использовано для обеспечения функционирования параметрической приемной антенны, способной при незначительных массогабаритных характеристиках, направленно принимать сигналы инфразвукового диапазона (ИЗД) частот – ниже 20 Гц.

Во-вторых, как показывает наша многолетняя практика, биорезонансные сигналы в диапазоне частот ниже 20 Гц более эффективно (так как действуют на клеточном уровне) и на гораздо (почти на порядок) большей дальности (так как занимают инфразвуковой диапазон частот) действуют на все живые организмы, в том числе и китообразных, чем энергетические и информационные сигналы, действующие на внутренние органы и нервную систему китообразных.

В-третьих, местоположение кита в приповерхностном слое воды и непосредственно на поверхности представляет собой контрастно неоднородную среду для электромагнитных волн с соответствующими параметрами (длины волн, формой сигнала и др.).

В-четвертых, в процессе передвижения крупные морские млекопитающие издают характерные сигналы, предназначенные для коммуникации и занимающие низкочастотный, включая ИЗД, диапазон частот, а также определения своего местоположения в толще воды (относительно дна и поверхности моря) и занимающие более высокочастотный (сотни Гц – единицы кГц) диапазон частот.

Следовательно, используя физиологические свойства китообразных, основные принципы нелинейной акустики, а также учитывая особенности процесса дыхания и траектории ныряния при движении и питании крупных морских млекопитающих, мы разработали метод их заблаговременного обнаружения, классификации, оценки пространственных

координат и гидроакустического вытеснения с носового сектора движущегося судна. При этом у капитана судна всегда достаточно времени для того, чтобы задолго до столкновения с китом изменить параметры собственного движения: скорость (вплоть до остановки), курс и др.

Гидроакустическая система, реализующая разработанный метод обеспечения навигационной безопасности мореплавания судна, включает [3–7]:

- специальную (использующую определенные параметры: длина волны, форма сигнала и др.) адаптивную (подстраивающую параметры своих сигналов под изменяющиеся внешние условия: высота волны и др.) радиолокационную станцию с системой стабилизации высоконаправленной антенны, осуществляющей поиск электромагнитных аномалий на поверхности моря и в воздушной среде, непосредственно прилегающей к поверхности, в носовом секторе (от 45° слева до 45° справа) движущегося судна;

- адаптивную (подстраивающую параметры своих излучаемых ВЧ сигналов накачки под акустические характеристики рассеивателей звука, доминирующих под движущимся судном: сила слоя, резонансная частота и др.) параметрическую приемную антенную решетку (ППАР), которая содержит идентичные друг другу n ($n \geq 3$) излучатели ВЧ сигналов накачки $\omega_{\text{н}}$ и идентичные n ВЧ приемники рассеянных на неоднородностях воздушно-водной среды ВЧ сигнала накачки, каждые из которых расположены на подводной части корпуса судна на одинаковом угловом расстоянии друг от друга и ориентированы в направлении дна, с соответствующими блоками. При этом каждый из n излучателей и соответствующий ему n приемник объединены в одну гидроакустическую систему (элементарный параметрический приемник) и отделены друг от друга гидроакустическим экраном для исключения взаимного влияния;

- идентичные m ($m \geq 2$) электроакустические (воздушные) брызгозащитные излучатели (типа «всепогодный громкоговоритель») с соответствующими блоками их формирования, предназначенные для излучения энергетических и информационных сигналов в диапазоне частот от 20 до 20 кГц;

- идентичные m ($m \geq 2$) пневмоакустические (воздушные) излучатели (типа «корабельный ревун») с соответствующими блоками их формирования, предназначенные для излучения биорезонансных сигналов в диапазоне частот ниже 20 Гц;

- бортовая аппаратура, содержащая электронно-вычислительную машину, а также блоки управления, индикации и сигнализации.

Разработанная гидроакустическая система функционирует следующим об-

разом: с помощью ППАР и соответствующих электронных блоков фиксирует на дальнем расстоянии коммуникационные и навигационные сигналы китообразных, а также характерные звуки дыхания, выход из-под воды и погружение под воду в данном географическом районе.

Для этого в соответствующем блоке параметрического обнаружения (в диапазоне частот от долей Гц до единиц кГц) НЧ сигналов китообразных, формируют ВЧ сигнала накачки на частоте $\omega_{\text{н}}$ в диапазоне единиц-десятков кГц и ее высших гармониках: 2ω и 3ω . При помощи n гидроакустических излучателей осуществляется высоконаправленное (единицы градусов) излучение ВЧ сигналов накачки в нелинейную воздушно-водную среду: с помощью первого излучателя – вниз, влево и вперед, с помощью второго излучателя – вниз и вперед, а с помощью третьего излучателя – вниз, вправо и вперед.

Рассеиваясь в поверхностном приповерхностном слое (ППС), глубинном биологическом звукорассеивающем слое (БЗРС) и дном моря (если глубина не превышает несколько сотен метров), ВЧ сигнал на частоте $\omega_{\text{н}}$ и ее высших гармониках модулируется по амплитуде и фазе (частоте) НЧ полезным сигналом Ω ($i = 1$ – для коммуникационных сигналов китообразных, $i = 2$ – для навигационных сигналов китообразных, $i = 3$ – для звуков дыхания китообразных, $i = 4$ – для звуков, связанных с процессами всплытия и погружения китообразных и т.д.). При этом в нелинейной водной среде образуются различные ВЧ комбинационные частоты: $\omega_{\text{н}} \pm \Omega$, которые затем с высокой (единицы градусов) направленностью принимаются соответствующим ВЧ приемником ППАР, а в многоканальном блоке происходит усиление, фильтрация, демодуляция принятых ВЧ сигналов комбинационных частот по каждому из n приемников. В спектроанализаторе по особенностям спектра ВЧ сигнала комбинационных частот (до демодуляции) и особенностям спектра НЧ сигнала (после демодуляции) осуществляется первичная классификация обнаруженного подводного объекта, т.е. объекта, ненаблюдаемого с помощью штатной радиолокационной станции (РЛС) судна по данному направлению на классы: подводный аппарат (ПА) и морское млекопитающее (ММ). Далее НЧ сигналы с выходов соответствующих каналов подают на ЭВМ, где происходит вторичная классификация обнаруженного подводного объекта, но уже на подклассы.

Одновременно с этим по соотношению сигнал/помеха на выходе каждого из n приемников определяют направление и оценивают дистанцию до источника НЧ сигналов; по скорости изменения «направления» (изменения соотноше-

ния сигнал/помеха в соседних приемниках) рассчитывают величину изменения пеленга (ВИП), по доплеровскому изменению НЧ частоты, зная собственную скорость движения СПП, оценивают направление движения обнаруженного подводного объекта. Одновременно с этим, сравнивая принятые сигналы с эталонными сигналами конкретного вида китообразных, зарегистрированных в аналогичных гидроакустических и помехосигнальных условиях, а также хранящихся в ЭВМ и постоянно пополняющихся, осуществляют окончательную его классификацию по видам: кашалот, кит-горбач и т.д. Другими словами, решающее устройство (ЭВМ) также является адаптивным, так как оно приспосабливает свои алгоритмы обработки информации к изменяющимся внешним условиям, при принятии решения учитывает текущие характеристики окружающей среды, и одновременно самообучающейся системой, которая постоянно совершенствует свой алгоритм принятия решения.

Таким образом, получив информацию о результатах обнаружения, классификации и оценки координат подводного объекта, капитан судна (без объявления тревоги) дает команду на усиление наблюдения (над и под водой) в носовом секторе движущегося судна, в том числе с помощью дополнительной РЛС, и на продолжение наблюдения за обнаруженным с помощью ППАР подводным объектом. В зависимости от обстановки (видимости, времени суток и др.) он может также дать команду на использование трактов излучения информационных, энергетических и биорезонансных сигналов, а при необходимости уменьшить ход («приводниться») или (и) частично изменить курс движения судна и т.д.

В случае же обнаружения с помощью дополнительной РЛС электромагнитных аномалий на поверхности моря и в воздушной среде, непосредственно прилегающей к поверхности, в носовом секторе движущегося судна, даже независимо от работы тракта параметрического обнаружения НЧ сигналов, капитан судна без объявления тревоги дает команду использовать тракты излучения информационных, энергетических и биорезонансных сигналов и при необходимости уменьшить ход или (и) частично изменить курс движения судна и т.д.

В этом случае в течение определенных интервалов времени при движении судна на полном ходу в приповерхностном воздушном слое или на малом ходу по воде (в этом случае дополнительно используют не менее двух широкополосных гидроакустических излучателей, установленных на корпусе судна в носовой его части), в соответствующих блоках многоканального тракта гидроакустического вытеснения китообразных (или

оповещения о своем местоположении на поверхности моря – для подводной лодки, находящейся под судном) формируют и усиливают до необходимого уровня информационные сигналы $\Omega_{ин}$ энергетические сигналы $\Omega_{эн}$ и биорезонансные сигналы $\Omega_{бр}$. В дальнейшем, с помощью идентичных электроакустических излучателей (не менее двух), а также идентичных пневмоакустических излучателей (не менее двух), в носовом секторе (от 45° слева до 45° справа) движущегося судна периодически излучают, соответственно, информационные и энергетические сигналы в диапазоне частот от 20 Гц до 20 кГц, а также биорезонансные сигналы в диапазоне частот ниже 20 Гц.

При этом бортовая аппаратура, кроме обеспечения функционирования и управления по заданной программе работой перечисленных выше трактов своевременно информирует экипаж (и пассажиров) о возникновении опасной в навигационном отношении ситуации с помощью блоков индикации и сигнализации (визуальной и звуковой).

Следует отметить, что данный метод был впервые апробирован нами в 2006 г., после серии столкновений южнокорейских, японских и сингапурских СПП, когда эти три страны объявили международный конкурс для решения данной проблемы. На тот момент элементы этой системы уже в течение семи лет успешно применялись нами на промысле лосося ставными неводами (для гидроакустического вытеснения нерп и белух) у восточного и западного побережья п-ова Камчатка, а также на промысле палтуса и трески ярусами и донными жаберными сетями в Охотском и Беринговом морях (для гидроакустического вытеснения косаток).

В 2008 г. опытным образцом данной гидроакустической системы «АИСТ», а также проводниковой системой «ГАРД», обеспечивающей автоматический поиск и подъем на поверхность моря (буксировки на мелководье) маломерного судна была оснащена яхта, построенная австралийской компанией «Austal» (рис. 2).

Как видно из рис. 2, кроме регистровых навигационного и вперёдсмотрящего эхолотов на яхте предполагалось установить и все наше оборудование, за исключением специальной РЛС.

При этом методологический подход остался тем же, что и для СПП: комплексное использование различных (акустических, электромагнитных, гидродинамических) физических полей для дальнего обнаружения и заблаговременного гидроакустического вытеснения с курса движущегося судна крупного морского млекопитающего, а техническая реализация существенно упростилась, поскольку яхты и прогулочные катера всегда находятся на поверхности воды, скорость их движения в несколько раз меньше,

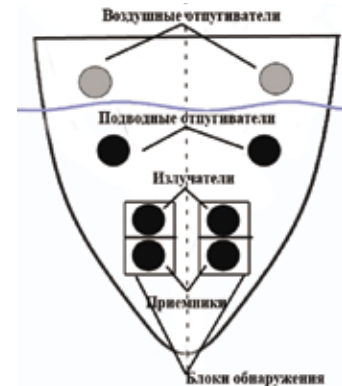


Рис. 2. Схема носовой части яхты (вид сверху)

чем у СПП, а значит у капитана такого судна гораздо больше времени для оценки обстановки и принятия решения.

По нашему мнению, необходимо в рамках НИОКР, объединить под эгидой ЦНИИ «Курс» усилия профильных предприятий страны (концерн «Океанприбор» и др.) с целью создания гидроакустической системы заблаговременного обнаружения и акустического вытеснения морских млекопитающих не только в интересах навигационной безопасности мореплавания судов (особенно перевозящих опасные грузы), но и в целях обеспечения экологической безопасности региона, сохранения жизни и здоровья людей, а также обеспечения биологического равновесия в природе за счет сохранения жизни морским млекопитающим.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акустика океана / Под ред. Л.М. Бреховских. – М.: Наука, 1974. 692с.
2. Бахарев С.А. Отпугивание морских млекопитающих от орудий лова в интересах обеспечения экологической безопасности промысла рыб. – Международ. симпозиум «70 лет Японского общества рыбохозяйственных наук», Токио, 2000, т.4, с. 41–46.
3. Он же. Гидроакустическая система для отвлечения морских млекопитающих от орудий лова. – Всерос. конфер. «Пути решения проблем изучения Мирового океана», М.: ВНИРО, 2002, с. 86–88.
4. Он же. Акустические системы для отпугивания морских млекопитающих от орудий лова // Рыболовство России. – 2003. – № 5. – С.37–38.
5. Бахарев С.А., Згуровский К.П., Стиридонов В.А. Новые технологии противодействия китообразным при ярусном и других видах промысла. – III Международ. конфер. «Морские млекопитающие Голарктики». – Украина, Коктебель, 2004, с. 275–279.
6. Бахарев С.А. Способ обеспечения безопасности мореплавания судов с большой осадкой и водоизмещением. Патент РФ № 2342681, 2007. – БИ, 2008, №28.
7. Он же. Способ дальнего обнаружения и отпугивания китов от скоростных пассажирских судов. – Патент РФ № 2342680, 2007. – БИ, 2008, №28.
8. Берзин А.А., Яблоков А.В. Численность и популяционная структура основных эксплуатируемых видов китообразных Мирового океана // Зоологический журнал. – 1978. – Т.57. – Вып.12, С. 1771–1785.
9. Кузин А.Е. Результаты исследований морских млекопитающих Дальнего Востока в 1991–2000 годах. – М.: Изд.ВНИРО, с. 60–70. ■

Постановка проблемы и ее актуальность. Трагедия речного пассажирского судна «Булгария» привлекла внимание широкой общественности к проблеме аварийности речных пассажирских судов (ПС). Принципиально важным при исследовании подобных ситуаций является выявление причин и принятие системных мер по недопущению их повтора в любой форме. В частности, следует проверить известный тезис о том, что эксплуатация более старых ПС имеет больший уровень риска, чем более молодых.

Кроме того, следует учесть особенности эксплуатации именно ПС, которые работают в отсутствии негативных факторов, обычных для транспортных судов, как влияние порядка погрузки-выгрузки, распределения груза и воздействия грузовых устройств.

Изучение причин аварий [5, 7] всегда было важнейшим этапом совершенствования норм и правил создания любых новых технических объектов, в том числе морских и речных судов.

В настоящей статье под речными ПС понимаются суда, эксплуатирующиеся во внутренних водных бассейнах разрядов «Л», «Р», «О», «М» РРР, имеющие запись в классе судна «пассажирское».

Интересно отметить, что данные об авариях и аварийных происшествиях с отечественными речными ПС публиковались мало и не подвергались систематическому анализу. В 2000 г. в статье [4] впервые был дан анализ риска для транспортных судов ограниченного района плавания на основании данных с 1993 по 2000 г. (в 2002 г. материал был дополнен в статье [6]). В работах [1, 2, 4, 6] использовалась формализованная классификация последствий на морском и водном транспорте, предложенная в работе [3] на основе «Международного кодекса проведения расследований аварий и инцидентов на море» 1997 г.

Целью настоящей статьи является анализ надежности и происшедших с 1983 г. по 2011 г. аварий на речных ПС. При этом рассмотрены происшествия, связанные с неполадками корпуса и устройств, с пожарами и взрывами.

Исследование выполнялось в рамках научно-исследовательской работы по созданию облика перспективных речных малых пассажирских судов для местных линий и круизных пассажирских судов нового поколения для крупных рек и водохранилищ в рамках федеральной целевой программы «Развитие гражданской морской техники на 2009–2016 годы».

В ходе выполнения НИР авторами настоящей статьи были сделаны следующие выводы в отношении надежности ПС:

- условия эксплуатации ПС гораздо более спокойные, чем транспортных;
- как правило, на них работают постоянные экипажи с более квалифицированным составом;
- суда имеют меньшие осадки и, соответственно, более редкий контакт с грунтом;
- нагрузка судов меняется мало;
- ПС начинают навигацию позже и заканчивают раньше, что практически исключает риск ледовых повреждений;
- борта защищены кринолинами, что, несмотря на большую частоту швартовок и шлюзований, уменьшает повреждаемость бортовых конструкций;
- отсутствуют агрессивные грузы и грейферные грузовые операции.

Соответственно, скорости коррозионного изнашивания связей ПС в 2–4 раза меньше скоростей изнашивания связей транспортных судов. Исследования «Морского Инженерного Бюро» показали, что, например, на судах пр. 301 износы корпусных конструкций за 30 лет составили: наружная обшивка

АНАЛИЗ РИСКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ РЕЧНЫХ ПАССАЖИРСКИХ СУДОВ

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

днища – 2,4%; наружная обшивка борта – 2,1%; настил главной палубы – 6,3%; настил второго дна – 2,1%; поперечные переборки – 2,8%; днищевой набор – 2,1%; бортовой набор – 2,4%; палубный набор – 2,3%. Повышенные скорости изнашивания связей наблюдаются в конструкциях палуб, особенно в районе бытовых помещений, где под сланями создается благоприятная для коррозии среда, и в цистернах сточных вод.

Согласно [3] по степени повреждений, нанесенных людям, окружающей среде и техническим средствам, указанные ситуации условно разделены на пять уровней последствий (табл. 1). Формальная оценка последствий обозначается величиной С, определяемой по 5-балльной шкале.

Таблица 1
Классификация последствий аварий и аварийных ситуаций с ПС

Уровень последствий С	Кол-во рассмотренных происшествий и катастроф	Степень повреждения		
		воздействие на людей	воздействие на окружающую среду	повреждение технических средств
1 – Light Incident	97	Нет	Нет	Ничтожное
2 – Incident	45	Легкое телесное повреждение	Ничтожное	Незначительное
3 – Casualty	29	Серьезное, необратимое телесное повреждение	Существенное	Серьезное
4 – Serious Casualty	32	Потеря человеческой жизни	Критическое	Значительное
5 – Very Serious Casualty	10	Много человеческих жертв	Катастрофическое	Гибель судна

Всего удалось получить сведения о 213 авариях и инцидентах с малыми и круизными ПС, находившимися под надзором Российского Речного Регистра. Обращает на себя внимание тот факт, что более или менее открыты сведения о катастрофах (С = 5).

Случаи с промежуточными уровнями последствий, которые могли подорвать репутацию судовладельцев, последними, как правило, не обнародовались. Однако после аварии «Булгария» подобный подход к исследованию проблем безопасности судоходства не может быть признан правильным, так как необходимо достоверно знать проблемы и обеспечить их решение за счет принятия контролируемых администрацией флага и класса мер по снижению риска.

В табл. 2 дана предложенная в [3] и расширенная в [1] краткая классификация основных групп идентифицированных опасностей, имеющих значение для исследования надежности и безопасности ПС. При этом не все опасности способствовали авариям речных ПС, поэтому в соответствующих столбцах стоят пропуски.

Общая частота возникновения опасности во всех исследуемых случаях определяется как $F_{AB} = N_i / N_{AB}$, частота возникновения опасности для наиболее тяжелых случаев (катастроф), имеющих уровни последствий С = 4 и С = 5, $F_{КАТ} = N_i / N_{КАТ}$ где N_i – число аварийных ситуаций с i -й опасностью; N_{AB} – количество всех изучаемых аварий; $N_{КАТ}$ – количество катастроф.

Обращает на себя внимание тот факт, что ряд опасностей чаще приводит к катастрофам, чем к авариям ($F_{КАТ} > F_{AB}$), что

Таблица 2

Идентифицированные опасности

№	Опасность	$F_{AB}, \%$	$F_{КАТ}, \%$
1	Опасности, связанные с техническим состоянием корпуса, машин, механизмов и систем судна	98,1	95,2
1.1	Несоответствие технологий, уровня качества и допускаемых дефектов речного судостроения требованиям для морской эксплуатации	2,8	7,1
1.2	Водотечность наружной обшивки, настила второго дна, обшивки второго борта, обшивки поперечных переборок, стенок цистерн	58,7	85,7
1.3	Нарушение технологии при выполнении построчных, ремонтных и модернизационных работ	56,8	52,4
1.4	Пропуски дефектов при дефектации корпуса, машин, механизмов и устройств	82,6	64,3
1.5	Ошибки проектировщиков	8,5	2,4
1.6	Неисправности и выход из строя машин и механизмов	46,9	9,5
1.7	Большие объемы замен корпусных конструкций при ремонте	21,1	19,0
1.8	Не выполнение требований правил в отношении люковых крышек, комингсов и конструкций воздушных труб, вентиляторов, непроницаемых дверей	2,8	14,3
1.9	Неисправности и выход из строя якорного устройства	1,9	-
1.10	Неисправности и выход из строя судовых системах	11,3	9,5
1.11	Неисправности и выход из строя рулевого устройства	11,3	2,4
1.12	Неисправности и выход из строя грузового устройства (для грузопассажирских судов)	-	-
2	Опасности, связанные с нарушениями технологии перевозки пассажиров/груза	8,5	31,0
2.1	Перевозка металлолома (для грузопассажирских судов)	2,8	11,9
2.2	Перевозка взрывоопасных грузов (для грузопассажирских судов)	0,9	-
2.3	Грузовые операции с применением грейферов, тяжелых погрузчиков и бульдозеров (для грузопассажирских судов)	3,8	16,7
2.4	Нарушение порядка погрузки/выгрузки в порту, «Инструкции по загрузке», «Наставления по креплению грузов», «Информации об остойчивости» (для грузопассажирских судов)	5,6	19,0
3	Опасности, связанные с действиями судовладельца, береговых операторов и экипажа	98,1	97,6
3.1	Балластировка, не соответствующая указаниями «Инструкции по балластировке»	-	-
3.2	Сознательное нарушение установленных ограничений по району, сезону плавания	3,8	4,8
3.3	Сознательные и кратковременные посадки на мель, выморозка	2,8	4,8
3.4	Навигационные ошибки	13,1	33,3
3.5	Контакт с льдом, контакт со стенками причалов и шлюзов, столкновение с другим судном	21,1	50,0
3.6	Халатное отношение служб порта, бассейнового управления, СРЗ	41,3	33,3
3.7	Ошибка прогноза	11,7	31,0
3.8	Перегруз судна	2,8	14,3
3.9	Смена судовладельца	15,5	28,6
3.10	Сознательная эксплуатация при негодном техническом состоянии	3,3	16,7
3.11	Нарушение условий перегона, буксировки	0,5	2,4
3.12	Нарушение безопасного режима отстоя судов	15,5	16,7
3.13	Халатность экипажа, несоблюдение им эксплуатационной и технической документации (ЭТД), правил технической эксплуатации (ПТЭ)	80,8	85,7

свидетельствует об их значительной роли в увеличении степени тяжести последствий событий.

Среди них – водотечность (явная) непроницаемых конструкций, наличие незакрытых отверстий в наружном контуре (опасность 1.2) и близкая к ней по сути опасность 1.8 – невыполнение требований правил к закрытиям (т.е. потенциальная водотечность), опасность 3.7 – ошибка прогноза. Отмечается существенная доля в событиях, имеющих последствия $C = 4$ и $C = 5$, человеческого фактора в виде ошибок при проведении ремонта (опасности 1.3, 3.6).

Особую роль играет смена судовладельца (опасность 3.9), которая сопутствует катастрофам. Можно сказать, что именно переход ПС из классических структур пароходств в небольшие частные компании инициирует значительную часть других опасностей (см., например, нарушение ограничений «Информации об остойчивости и непотопляемости» – опасность 2.4, ошибки в навигации – опасность 3.4, контакты и столкновения – опасность 3.5, сознательная эксплуатация при негодном техническом состоянии – опасность 3.10, перегруз судна – опасность 3.8, халатность экипажа и несоблюдение ЭТД и ПТЭ – опасность 3.13).

В сравнении с грузовыми судами пассажирские суда, как правило, имеют заметно меньше проблем с корпусными конструкциями. Поэтому значительную часть аварийных происшествий связаны с выходом из строя машин и механизмов, устройств, систем. Отсюда – особая роль опасностей 1.6 – неисправности машин и механизмов, 1.10 – неисправности судовых систем, и опасности 3.10 – сознательная эксплуатация при негодном техническом состоянии.

Обобщенные данные табл. 2 сформированы на основании обработки аварий и аварийных происшествий (результаты анализа наиболее тяжелых аварий приведены в табл. 3).

Все 213 случаев были проанализированы с учетом тех данных, которые имелись в распоряжении авторов публикации, а также с помощью математического моделирования разных сценариев развития событий путем построения деревьев отказов и деревьев событий. Полученные в статье выводы не всегда совпадают с официальными заключениями и носят сугубо исследовательский характер.

В табл. 3 по каждой опасности указан по 3-бальной шкале коэффициент относительной ответственности (весомости) в рассматриваемом случае. По результатам исследования методами теории риска каждого происшествия назначались: балл «3» – опасность прямого действия, непосредственно приведшая к аварии; балл «2» – опасность косвенного действия, вызвавшая к жизни опасности с баллом «3»; балл «1» – фоновые опасности, оказавшие неблагоприятное воздействие на ситуацию.

Для каждой опасности был определен обобщенный уровень риска ПС R , который определялся как произведение вероятности возникновения опасности F на последствия воздействия указанной опасности на объект C . Условная вероятность F определялась по 5-бальной шкале («1» – частота возникновения в 0–20% аварийных случаях, «2» – 21–40%, «3» – 41–60%, «4» – 61–80%, «5» – 81–100%).

В табл. 4 представлена формальная оценка риска, полученная в двух вариантах: на основе всех рассмотренных аварийных ситуаций и катастроф.

На основе данных табл. 4 были построены матрицы риска ПС: на рис. 1 – для всех аварийных случаев и происшествий, исследуемых в статье, и на рис. 2 – для катастроф.

Анализ рис. 1 и 2 позволяет сделать следующие выводы о ранжировании опасностей:

– наибольшую опасность для ПС представляют опасность 1.2 (водотечность наружной обшивки, наличие открытых отверстий в наружном контуре судна) и опасность 3.13 (халатность экипажа, несоблюдение ЭТД и ПТЭ); существующий уровень риска по данным опасностям относится к «недопустимому»;

– опасности 3.4 (навигационные ошибки), 3.5 (контакт со льдом, контакт со стенками причалов и шлюзов, столкновение с другим судном), 3.6 (халатное отношение служб порта, бассейнового управления, СРЗ) имеют достаточно высокий формальный уровень риска как по частоте, так и по последствиям, который находится в так называемой зоне «ALARP», т.е. в пределах минимально допустимого практически уровня риска;

– опасности 2.4 (нарушение ограничений «Информации об остойчивости и непотопляемости»), 3.3 (посадка на мель) и 3.8 (перегруз судна) относятся к зоне «ALARP» за счет тяжести

Идентификация и последствия опасных аварий, способствовавших авариям и катастрофам ПС (примеры)

№/п/он	Проект. название, год постройки, возраст на момент аварии, [t ₁₉₈₄]	Вид опасности (номера см. в тексте статьи) и относительная ответственность	Описание последствий																																																																																																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97
			Формализованный уровень последствий (С)																																																																																																
			Затонул. Нарушение ЭТД с образованием пробоины (5).																																																																																																
			Затонул от удара в борт другим судном в затоне (4).																																																																																																
			Затоплены МО и корма. Нарушение ЭТД, эксплуатация водотечного судна (4).																																																																																																
			Затонул. Неправильная погрузка груза, окончательно затонул от поступления воды в открытые иллюминаторы (5).																																																																																																
			Затонул. Неправильная погрузка груза, окончательно затонул от поступления воды в открытые иллюминаторы (5).																																																																																																
			Опрокидывание и затопление с тяжелыми последствиями. Нарушение инструкции по погрузке-выгрузке (5).																																																																																																
			Затонул. Судоводительская ошибка, навал на плотину (5).																																																																																																
			Опрокидывание и затопление из-за нарушения условий отстоя (4).																																																																																																
			Опрокидывание и затопление из-за халатности экипажа (4).																																																																																																
			Затонул. Нарушение ЭТД, эксплуатация водотечного судна (4).																																																																																																
			Затонул из-за пробоины в днище после удара о подводное препятствие на судовом ходу. Неудовлетворительное содержание маршрута (4).																																																																																																
			Опрокидывание и затопление. Нарушение инструкции по погрузке-выгрузке (4).																																																																																																
			Затонул. Нарушение района плавания (4).																																																																																																
			Затонул. Судоводительская ошибка (4).																																																																																																
			Затонул. Судоводительская ошибка (4).																																																																																																
			Затонул у причала при отсутствии вахты (4).																																																																																																
			Затонул из-за нарушения условий отстоя. Получены пробоины во время ледохода (4).																																																																																																
			Затонул из-за нарушения условий отстоя. Получены пробоины во время ледохода (4).																																																																																																
			Затонул после навала на затопленное судно при негодном ТС (5).																																																																																																
			Затонул после навала на затопленные судно при негодном ТС (5).																																																																																																
			Затонул из-за открытых забортных отверстий во время отстоя (4).																																																																																																
			Затонул из-за пробоины в днище после удара о подводное препятствие на судовом ходу. Неудовлетворительное содержание маршрута (4).																																																																																																
			Затонул. Судоводительская ошибка (4).																																																																																																
			Затонул. Судоводительская ошибка (4).																																																																																																
			Затонул. Неустраненная водотечность (4).																																																																																																
			Затонул при столкновении с другим судном. Пьяный судоводитель (5).																																																																																																
			Пожар. Нарушение ПТЭ. Погиб матрос-кассир (4).																																																																																																
			Пожар. Судно выгорело до металла (4).																																																																																																
			Перелом корпуса, посадка на мель. Нарушение ПРР (4).																																																																																																
			Перелом корпуса. Неудовлетворительные условия отстоя (4).																																																																																																
			Перелом корпуса. Нарушение ЭТД (4).																																																																																																
			Перелом корпуса. Нарушение ЭТД (4).																																																																																																
			Затоплено МО и жилые помещения при посадке на мель и удара о подводное препятствие. Судоводительская ошибка (4).																																																																																																
			Затонул в Куйбышевском водохранилище. Большое число погибших. Предварительные причины – нарушение ПТЭ, ошибка прогноза погоды, судоводительская ошибка, потеря устойчивости, водотечность корпуса, неграмотность механизмов (5).																																																																																																
			Затонул. Судоводительская ошибка во время перегона судна (4).																																																																																																
			Столкновение с Ульяновским железнодорожным мостом. Срезало всю рубку, погребло 176 человек (по официальным данным). Халатность рулевого и штурмана (5).																																																																																																

последствий (следует отметить, что перегруз пассажирского судна – самая серьезная проблема для относительно небольших судов, тяжесть последствий данной опасности наибольшая);
– опасности 1.3 (ошибки при проведении ремонта), 1.4 (пропуски дефектов при дефектации корпусов, машин, механизмов, устройств) относятся к зоне «ALARP» за счет высокой частоты возникновения.

Согласно подходам, принятым в методе формализованной оценки безопасности (ФОБ) [2, 4], опасности, которые отнесены по уровню риска к зоне «недопустимого риска», должны быть подвергнуты процедуре управления риском (снижения частоты и/или последствий) при любом уровне затрат, требуемых для этого. Опасности из зоны «ALARP» требуют проведения технико-экономического анализа с определением оптимальных по стоимости мероприятий по снижению уровня риска.

К практическим вариантам регулирования риска следует отнести меры организационные (в эксплуатации) и нормирования при проектировании корпуса.

Суть применения ФОБ состоит в том, что для ранжированных определенным образом опасностей следует найти такие меры по уменьшению их вероятности и последствий воздействия, стоимость Z реализации которых будет меньше изменения риска ΔR , также определенного в стоимостном виде.

Решение задачи управления риском ПС при воздействии опасности 1.2 лежит в сфере организационно-технических

Таблица 4

Формальная оценка риска ПС

Опасность	Все случаи			Катастрофы		
	F	C	R	F	C	R
1.1	0,14	1,67	0,23	0,36	2,22	0,79
1.2	2,93	1,47	4,32	4,29	2,88	12,34
1.3	2,84	1,01	2,87	2,62	1,82	4,76
1.4	4,13	0,89	3,69	3,21	1,99	6,39
1.5	0,42	0,78	0,33	0,12	1,33	0,16
1.6	2,35	1,09	2,56	0,48	2,92	1,39
1.7	1,06	0,67	0,70	0,95	1,46	1,39
1.8	0,14	2,72	0,38	0,71	2,72	1,94
1.9	0,09	1,08	0,10	-	-	-
1.10	0,56	0,85	0,48	0,48	2,50	1,19
1.11	0,56	1,18	0,67	0,12	1,67	0,20
1.12	-	-	-	-	-	-
2.1	0,14	1,28	0,18	0,60	1,33	0,79
2.2	0,05	0,83	0,04	-	-	-
2.3	0,19	1,29	0,24	0,83	1,33	1,11
2.4	0,28	3,36	0,95	0,95	4,29	4,09
3.1	-	-	-	-	-	-
3.2	0,19	1,71	0,32	0,24	2,83	0,67
3.3	0,14	2,50	0,35	0,24	4,00	0,95
3.4	0,66	2,26	1,49	1,67	3,05	5,08
3.5	1,06	2,67	2,82	2,50	3,89	9,72
3.6	2,07	1,28	2,64	1,67	2,76	4,60
3.7	0,59	1,65	0,97	1,55	2,03	3,13
3.8	0,14	4,39	0,62	0,71	4,39	3,13
3.9	0,77	1,34	1,04	1,43	2,14	3,06
3.10	0,16	3,81	0,63	0,83	3,81	3,17
3.11	0,02	2,67	0,06	0,12	2,67	0,32
3.12	0,77	2,58	2,00	0,83	3,81	3,17
3.13	4,04	1,63	6,58	4,29	3,05	13,06

мероприятий при наблюдении за фактическим состоянием корпусов судов при эксплуатации. Остальные опасности являются прямым следствием человеческого фактора и требуют соответствующих мероприятий по управлению им, в частности, введением Системы управления безопасностью для судов внутреннего плавания – совершенно недопустимо, чтобы пассажирскими судам управляли случайные люди.

Старение флота судов внутреннего и смешанного плавания наряду с существенным снижением уровня компетентности и ответственности экипажей, особенно в небольших компаниях,

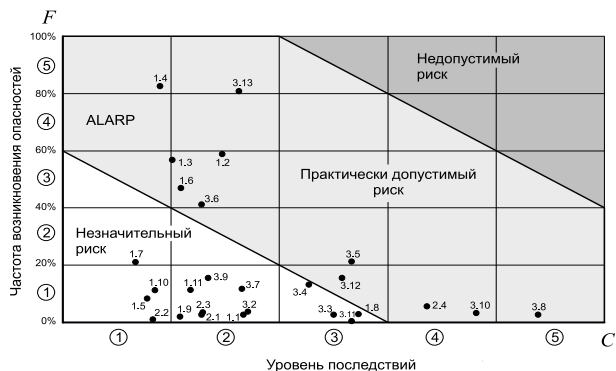


Рис. 1. Матрица риска ПС для всех исследованных аварий

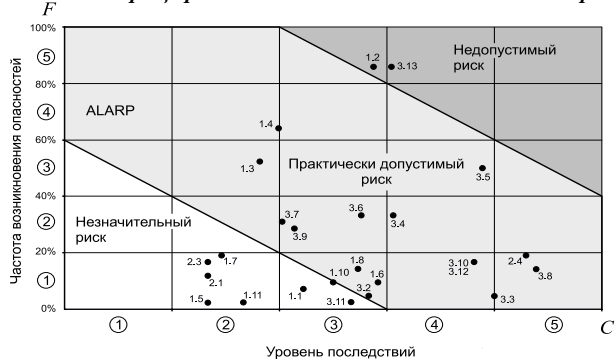


Рис. 2. Матрица риска ПС для катастроф

приводит к росту аварийности. Даже по официальным данным, имеющим отношением только к морским судам с флагом России (табл. 5), количество аварийных случаев, начиная с 2004 г., увеличивается. Статистика 2007 г. с учетом событий в Керченском проливе эту отрицательную тенденцию сохранила. Уменьшение количества аварийных случаев в 2008 и 2009 гг. связано с известными явлениями экономического кризиса, в период которого число эксплуатирующихся судов значительно сократилось. Уже начиная с 2010 г. наблюдается рост аварийных случаев. В 2011 г. произошли катастрофы пассажирского дизель-электрохода «Булгария» и буровой платформы «Кольская».

Таблица 5

Динамика аварийных случаев с морскими судами под флагом России в 2002–2010 гг.

Классификация аварийных случаев	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Кораблекрушения	3	6	7	7	7	7	3	3	-
Аварии	4	1	4	1	3	4	1	4	3
Аварийные случаи	55	35	37	58	64	66	44	24	54
Всего	62	42	48	66	74	77	48	31	57

Однако для малых и круизных пассажирских судов, где уровень экипажей в крупных компаниях продолжает оставаться достаточно высоким, такого роста аварийности, как в целом по флоту, не наблюдался.

Были построены графические зависимости числа аварий и катастроф от возраста судна (рис. 3) и распределение по годам (рис. 4). На рис. 3 наблюдается устойчивый рост аварийности для судов старше 17 лет с пиком катастроф для судов с возрастом 24–27 лет. Рис. 4 позволяет отметить некоторый рост количества аварийных случаев с 1999 г. и в последующих годах и, особенно, с 2006 г.

Интерес представляет также распределение по классам аварий (табл. 6). Графически роль различных классов аварий показана на рис. 5–7.

Как видно из табл. 6, при всех уровнях последствий чуть больше четверти всех случаев составляют случаи повреждения машин и механизмов, затем примерно по 20,7% – пожары (взрывы), повреждения корпуса и затопления, около 10% – повреждения устройств.

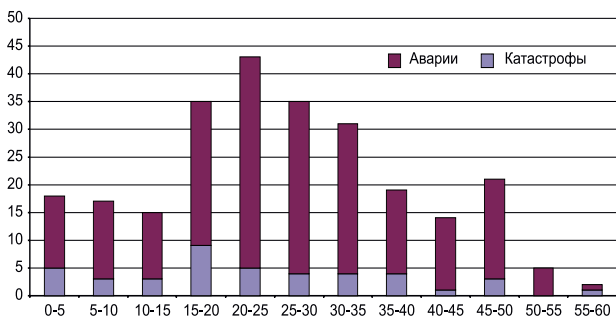


Рис. 3. Зависимости количества аварий и катастроф ПС от возраста

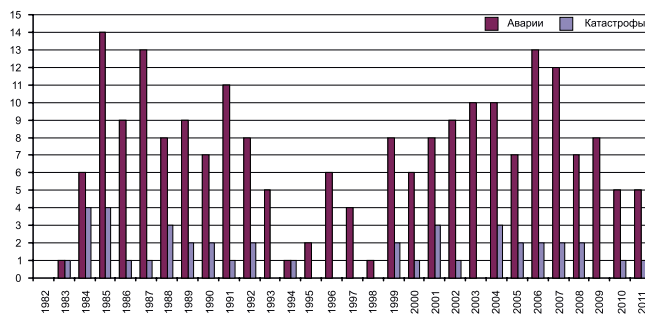


Рис. 4. Распределение количества аварий и катастроф ПС по годам

Распределение аварий по классам

Класс аварии	Затопление	Повреждения машин и механизмов	Пожары и взрывы	Повреждения корпуса	Повреждения устройств	Σ
Аварии и катастрофы:						
количество	46	58	44	43	22	213
относительная доля	21,6%	27,2%	20,7%	20,2%	10,3%	100,0%
Аварии:						
количество	16	58	42	33	22	171
относительная доля	9,4%	33,9%	24,6%	19,3%	12,9%	100,0%
Катастрофы:						
количество	30	0	2	10	0	42
относительная доля	71,4%	0,0%	4,8%	23,8%	0,0%	100,0%
Относительная опасность класса аварии						
Доля аварий в общем количестве событий	35%	100%	95%	77%	100%	
Доля катастроф в общем количестве событий	65%	0%	5%	23%	0%	

Таблица 6

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В краткосрочной и среднесрочной перспективе решение проблемы обеспечения достаточной надежности и безопасности ПС при сохранении приемлемого уровня эффективности возможно только системным подходе на всех стадиях жизненного цикла ПС, включая этапы классификации и требований правил, проектирования, строительства, эксплуатации, освидетельствований, ремонта и модернизации. Необходим индивидуальный подход к существующим судам, учитывающий условия эксплуатации, ограничения водных путей и портов, ледовую обстановку.

Кардинальное долговременное решение проблемы требует строительства нового флота ПС [7].

Среди технических рекомендаций с целью повышения безопасности судоходства и экологической безопасности при проектировании пассажирских судов можно выделить следующие меры по снижению риска:

- не допускать размещения открываемых отверстий (иллюминаторов) в пределах непроницаемого основного корпуса;
- не допускать несимметричного по ширине распределения запасов, которое могло бы привести к возникновению крена при эксплуатации;
- не допускать размещения нефтесодержащих жидкостей (топлива, масла, подсланевых вод) в цистернах, контактирующих с забортной водой;
- использовать в качестве средств спасения современные эвакуационные системы, широко применяемые на морских пассажирских судах;

– оснащать пассажирские суда средствами записи действий вахты («черными» ящиками) и средствами аварийной внешней сигнализации (АРБ);

– перейти к применению электронных карт и средствам автоматизированного определения координат.

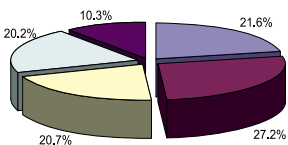


Рис. 5. Роль различных классов аварий (при всех уровнях последствий)

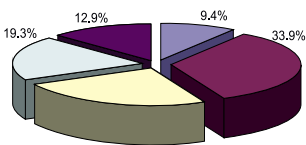


Рис. 6. Роль различных классов аварий (при уровнях последствий С = 1, 2, 3)

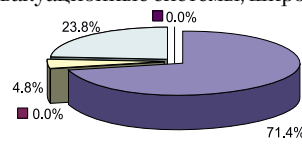


Рис. 7. Роль различных классов аварий (при уровнях последствий С = 4 и С = 5)

Достаточно интересным представляется относительная опасность класса аварии. В двух третях всех событий, связанных с затоплением и потерей остойчивости, происходит гибель пассажирского судна. Почти каждое четвертое судно с повреждением корпуса гибнет.

Учитывая, что общее количество находившихся ежегодно в эксплуатации речных ПС составляло около 800, частота кораблекрушений с ПС за 1983–2011 гг. достигло примерно 1,7 случая на 1000 судов в год, что вполне соответствует среднемировому уровню. Данная оценка может быть признана достаточно достоверной, так как случаи с уровнем последствий С = 4 и С = 5 скрыть крайне сложно.

Ежегодная вероятность аварий и аварийных происшествий с ПС за 1983–2011 гг. составляет грубо 6 случаев на 1000 судов в год. Однако имеющиеся в распоряжении авторов отчета данные по случаям с уровнями последствия С = 1, С = 2 и С = 3 нельзя признать полными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Егоров А.Г. Анализ причин и последствий аварий судов внутреннего и смешанного плавания за 1991–2010 годы // Проблемы техники. – 2011. – №1. – С. 3–30.
2. Егоров Г.В. Проектирование судов ограниченных районов плавания на основании теории риска. – СПб.: Судостроение, 2007. – 384 с.
3. Егоров Г.В. Развитие требований к средствам контроля загрузки морских и смешанного плавания судов // Автоматизация судовых технических средств: научн.- техн. сб. – Одесса: ОГМА, 2000. – Вып. 5. – С. 36–53.
4. Егоров Г.В. Исследование риска при эксплуатации судов смешанного плавания // Сб. научн. трудов УГМТУ. – Николаев: УГМТУ, 2000. – №5. – С. 49–59.
5. Егоров Г.В. О причинах переломов корпусов судов // Проблемы техники. – 2002. – №2. – С. 3–15.
6. Егоров Г.В. Анализ аварий корпусов судов ограниченных районов плавания // Проблемы техники. – 2002. – №3. – С. 3–25.
7. Егоров Г.В. Суда смешанного река-море плавания: перспективы существующего флота // Сб. научн. трудов НУК. – Николаев: НУК, 2008. – №3 (420). – С. 3–12. ■

ВЫБОР ТАКТИКИ ДВИЖЕНИЯ СУДОВ В ТЯЖЕЛЫХ ЛЬДАХ

Б.П. Ионов, *д-р техн. наук, проф., начальник отдела ОАО «ОСК»*,
Н.В. Калинина, *доцент НГТУ им. Р.Е. Алексеева*,
контакт. тел. (812) 494 1755

Большинство акваторий портов России в зимний период замерзают, что значительно осложняет движение судов и отрицательно влияет на объемы грузоперевалки в портах. Для того чтобы порты на замерзающих акваториях работали круглогодично, необходимо наличие ледоколов для проводки судов во льдах. Ледокольный флот на сегодняшний день – наиболее эффективное и фактически безальтернативное средство, обеспечивающее доступ судов в замерзающие порты. Поддержание ледокольного флота в рабочем состоянии, его модернизация и развитие являются одними из наиболее актуальных задач в сфере поддержания бесперебойной работы морских портов России.

Несмотря на некоторые изменения климатических факторов за последние годы, ледовые условия в период зимней навигации не становятся легче. Нередко возникают крайне сложные ситуации в отдельных районах из-за дефицита ледоколов для обеспечения проводки судов. Анализ складывающейся ситуации со всей очевидностью свидетельствует о необходимости проектирования и строительства новых ледоколов. Естественно, что при создании и эксплуатации этих судов существенной становится задача прогнозирования и совершенствования их ледовых качеств и, в частности, ледовой ходкости.

В результате проведенных теоретических исследований в НГТУ им. Р.Е. Алексеева разработаны на основе теоретико-экспериментальных исследований методики расчета ледовой ходкости судов в различных ледовых условиях [1–4]. Они учитывают не только главные размерения судов, но также форму корпуса и физико-механические характеристики льда и снега.

Форма корпуса учтена путем введения в расчетные модели интегральных функций геометрии, которые получены из пространственного рассмотрения взаимодействия корпуса судна со льдом [2].

По существующим методикам выполнены расчеты ледовой ходкости для следующих проектов:

- речных ледоколов пр. 1105, 1191, Р-47, 16 [1–4];
- многоцелевого буксира ледокольного класса пр. 2805, спроектированного ОАО «Инженерный центр судостроения», Санкт-Петербург [8];
- специализированного нефтеналивного судна дедвейтом 70 000 т, способного обеспечить круглогодичную транспортировку сырой нефти из района Печорского моря – месторождения «Приразломное» [7].

Основные характеристики указанных судов приведены в табл. 1. Для учета в расчетной методике формы корпусов судов были рассчитаны функции

геометрии, которые приведены в работах [2, 7, 8].

С учетом климатических и технических условий эксплуатации в ходе исследований было выявлено, что суда будут преодолевать сплошные ледяные поля как непрерывным ходом, так и набегами.

Способ продвижения судна во льдах набегами часто применяется, но наименее изучен. Суда ледокольного класса вынуждены двигаться набегами в тяжелых ледяных полях, толщина которых превышает толщину, преодолеваемую непрерывным ходом. Это движение является циклическим, каждый цикл которого состоит из ряда этапов:

- отхода назад (ускоренное и замедленное движение) в собственном канале битого льда от ненарушенного ледяного покрова из-за невозможности дальнейшего движения;
- разбега (ускоренное движение) ледокола в собственном канале битого льда для набора кинетической энергии при вхождении в ненарушенный тяжелый лед;
- продвижения (замедленное движение) в сплошном льду после контакта, которое продолжается до полной остановки.

Для дальнейшего продвижения необходимо осуществить реверс энергетической установки с переднего хода на задний, и циклический процесс повторяется.

В результате проведенных теоретических исследований каждый этап работы ледокола набегами был описан дифференциальными уравнениями [1]. С целью определения параметров движения ледоколов набегами: времени, пути продвижения, скорости и ускорения на различных этапах циклической работы – эти дифференциальные уравнения были решены с учетом начальных условий [2].

Из совокупности решений дифференциальных уравнений получена математическая модель средней скорости движения в зависимости от длины отхода ледокола [3]:

$$v_n = \frac{l_n}{t_{от} + t_{зп} + t_p + t_n + t_{пз} + t_{оз}}$$

где l_n – путь продвижения в сплошном льду; $t_{от}$ – время отхода назад ледокола; $t_{зп}$ – время реверса ЭУ (энергетической установки) с заднего хода на передний; t_p – время разбега; t_n – время продвижения в сплошном льду; $t_{пз}$ – время реверса ЭУ с переднего хода на задний; $t_{оз}$ – время освобождения от заклинивания.

Теоретическая модель движения ледокола была построена на основе данных натурных экспериментов путем введения эмпирических коэффициентов перед составляющими сопротивления [3].

Длина продвижения в сплошном льду зависит от скорости разбега, следовательно, от длины разгонного участка, а суммарное время цикла набега – от всех этапов маневрирования. При отходе ледокола на меньшее расстояние длина разбега будет меньше, следовательно, будет меньше скорость разбега и путь продвижения в сплошном льду. При отходе ледокола на большее расстояние длина разбега увеличивается, а ледокол приобретет большую скорость разбега и пройдет в сплошном льду больший путь. Но при этом затрачивается больше времени на цикл в целом. Поэтому естественным является вопрос об определении оптимальной длины разбега ледокола в зависимости от толщины ледяного покрова. За целевую функцию может быть принята максимальная средняя скорость движения v_n , являющаяся основным показателем ходкости ледокола набегами.

Алгоритм расчета оптимизационной задачи описан в работе [1].

Расчет параметров движения ледоколов набегами автоматизирован с помощью программы V-ОРТ.

Для судов, указанных в табл. 1, приведены расчеты ледовой ходкости набегами. На рис. 1–3 изображены зависимости средней скорости движения набегами v_n от длины разгонного участка l_p , по которым можно определить максимально возможную среднюю скорость для конкретного судна и толщины ледяного поля. Пунктирной линией указана максимальная скорость движения набегами.

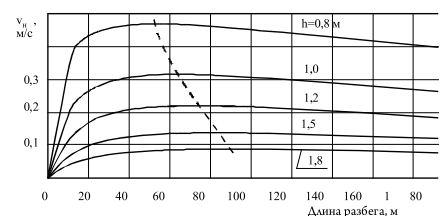


Рис. 1. Зависимости скорости движения набегами от длины разбега для ледокола пр. 1105 «Капитан Чечкин» во льдах различной толщины

Из анализа рис. 1–3 видно, что v_n имеет максимум и существенно зависит от длины разбега конкретного судна.

Основные характеристики судов

Характеристика	Линейные ледоколы пр. 1105 типа «Капитан Чечкин»	Проект нефтеналивного судна дедвейтом 70 000 т	Многоцелевой буксир ледокольного класса пр. 2805	
Класс судна	М (ледокол)	ЛУ5	М-СП 3,5 (ледокол) А	
Длина по КВЛ $L_{квл}$, м	71	232,8	38,0	
Ширина судна B , м	16	35	11,8	
Высота борта H , м	4,8	25,6	5,2	
Осадка T , м	3,25	13,9	3,8	
Соотношения главных размеров:				
	L/B	4,44	6,65	3,200
	B/T	4,92	2,52	3,11
	L/T	21,85	16,75	10
	H/T	1,48	1,84	1,37
Водоизмещение D , т	2240	92407	912	
Кoeffициент общей полноты δ	0,610	0,796	0,535	
Скорость хода на тихой глубокой воде, км/ч	25,6/13,8	34,3/18,5	18/9,7	
Мощность главных двигателей N , кВт	4650	13530 (основная) 5000 (дополнительная)	3600	
Площадь зоны облегаания льдом, м ²	510	5100	205,7	
Тяга на швартовах, кН	414	1000 (основная) 350 (дополнительная)	440	
Двигатель	3 ВФШ	2 винто-рулевых комплекса «Азипод»	2 винто-поворотные колонки	

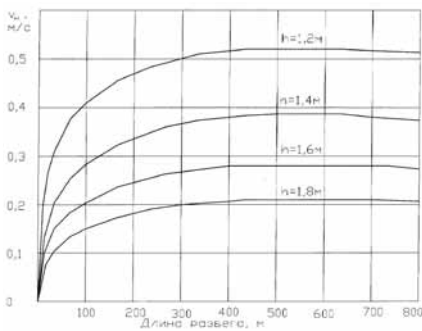


Рис. 2. Зависимости скорости движения набегами от длины разбега нефтеналивного судна дедвейтом 70 000 т при работе ЭУ в усиленном режиме во льдах различной толщины

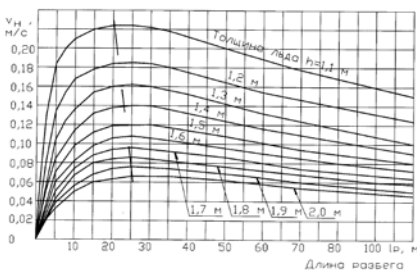


Рис. 3. Зависимости скорости движения набегами от длины разбега буксира пр. 2805 во льдах различной толщины

Изменение v_n при увеличении l_p имеет различный характер.

При увеличении длины разбега средняя скорость движения сначала интенсивно растет. Затем на некотором участке остается почти неизменной, а при дальнейшем увеличении l_p происходит плавное снижение v_n . Из рис. 1–3 видно, что чем меньше длина судна, тем меньше участок зависимости $v_n = f(l_p)$, на кото-

ром скорость движения набегами близка к максимальной, и наоборот, чем больше длина судна, тем положе вид кривых, а чем больше толщина льда, тем больше оптимальная длина разбега, положе кривые и больше диапазон оптимальной длины разбега.

Для ледокольного буксира пр. 2805 оптимальной является длина разбега от 15 до 30 м, т. е. от половины длины до одной длины корпуса L . Для нефтеналивного судна DW 70 000 т оптимальна длина разбега от 350 до 800 м (от $1,5L$ до $3,5L$). Для ледокола пр. 1105 оптимальна длина разбега от 40 до 140 м (от $0,6L$ до $2L$).

Наличие участка кривой, где v_n остается почти неизменной, дает свободу выбора длины разбега. Поэтому перед судоводителями возникает вопрос, как выбрать оптимальную длину разбега с целью получения максимальной скорости движения для конкретного судна и имеющихся ледовых условий.

На практике длину отхода ледокола, необходимую для его разбега, судоводитель определяет не на основе объективных факторов, а на основе интуиции и личного опыта. Исследования, проведенные ранее, показывают, что зачастую выбранная тактика маневрирования отличается от оптимальной. Из анализа случайных выборок экспериментальных данных, полученных в процессе наблюдений за работой ледоколов [3] следует, что отклонения от оптимальной тактики приводят к заметным потерям скорости и ходового времени, а это, в свою очередь, к перерасходу топлива до 19 %.

Сложившуюся ситуацию можно исправить при объективном, основанном

на расчетах, в выборе тактики маневрирования в основном за счет рационального выбора длины разгонного участка. На основе полученных расчетов [1, 2] была предложена методика выбора оптимальной тактики маневрирования [5]. Она заключается в разведке ледовой обстановки (замеров с борта ледокола толщин льда и снега) и нахождения оптимальной длины отхода с использованием расчетной документации.

Однако использование этой методики затруднено необходимостью измерения толщины ледяного покрова с борта ледокола. Кроме этого, постоянное обращение к расчетной документации требует дополнительного внимания и отвлечения сил судоводителей, что вряд ли целесообразно с практической точки зрения, особенно в период бурного развития компьютеризации и современных компьютерных технологий.

Сказанное выше послужило поводом для разработки системы выбора оптимальной тактики движения судов набегами [6]. Она представляет собой программно-аппаратный комплекс (ПАК), установленный на борту ледокола и включает в себя:

- датчики кинематических характеристик (интегральный емкостной датчик ускорений ADXL202 и датчик угловых скоростей ДУСМ);
- аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) «L-Card L-264»;
- бортовой компьютер (ПЭВМ);
- специализированное программное обеспечение.

Схема такого комплекса приведена на рис. 4.

Датчик ускорений ADXL202 измеряет линейное ускорение в двух взаимно-перпендикулярных направлениях. Сигнал с этого датчика поступает на обработку через порт RS232 на отладочный модуль на микроконтроллере AT90S4434.

Датчик угловых скоростей ДУСМ определяет скорость изменения угла дифферента при движении модели. Мотор-генератор (умформер) № 7087 обеспечивает работу электродвигателя датчика угловых скоростей ДУСМ, а источник питания постоянного тока ВСА – работу электродвигателя умформера. Для работы потенциометра, встроенного в ДУСМ, используется источник питания постоянного тока БП-8С.

Преобразование сигналов с ДУСМ в цифровой код осуществляет АЦП–ЦАП плата.

Бортовой компьютер (ПЭВМ) обеспечивает работу АЦП–ЦАП платы, микроконтроллера и, соответственно, всего программно-аппаратного комплекса.

Для регистрации и сохранения данных о кинематических параметрах, полученных при проведении опытов, разработан специальный программный

комплекс «Набег» [9]. Он позволяет выполнять математические операции и выводить результаты измерений в удобном для судоводителя виде.

Схема размещения аппаратных модулей комплекса на ледоколе приведена на рис. 5.

После установки бортового программно-аппаратного комплекса на судно необходимо в программный модуль ввести основные характеристики этого ледокола и начинать работу. Для этого нужно загрузить программный комплекс «Набег». При загрузке программы проводится автоматическое тестирование всех элементов системы. Если все приборы функционируют нормально, то выдается информационное сообщение о готовности ледокола в тяжелом сплошном льду (происходит значительное снижение скорости при неизменной частоте вращения гребных валов) фиксируются кинематические параметры движения, которые записываются в специально отведенный файл. После их преобразования в цифровые данные программа рассчитывает параметры ледовой обстановки.

Затем, зная характеристику ледовых условий, программный комплекс рассчитывает оптимальную тактику маневрирования. На мониторе бортового компьютера в режиме реального времени судоводителям выдаются рекомендации по маневрированию главной энергетической установкой судна. По желанию вахтенного начальника эти рекомендации принимаются к исполнению.

Наладка работы аппаратуры и тестирование программного обеспечения комплекса выполнялись в опытовом бассейне кафедры «Кораблестроение и авиационная техника» на модели ледокола пр. 1105 «Капитан Чечкин». Эксперимент представлял собой имитацию движения набегания в сплошном льду путем буксировки модели [9, 10]. В испытаниях применялась пресноводная и композитная модель ледяного покрова.

В ПАК может быть включен раздел по настройке математических моделей на новые данные натурных испытаний. Надо только в интерфейсе программы выбрать раздел «Настройка эмпирических коэффициентов». Тогда программный модуль сначала рассчитывает параметры ледовой обстановки, а затем определяет параметры движения судна. После этого подбираются эмпирические коэффициенты, которые в дальнейшем используются для выбора оптимальной тактики движения. В этом смысле программный комплекс можно назвать обучающимся, т.е. в процессе эксплуатации точность и достоверность рекомендаций по маневрированию повышается.

Экономические расчеты подтверждают целесообразность применения

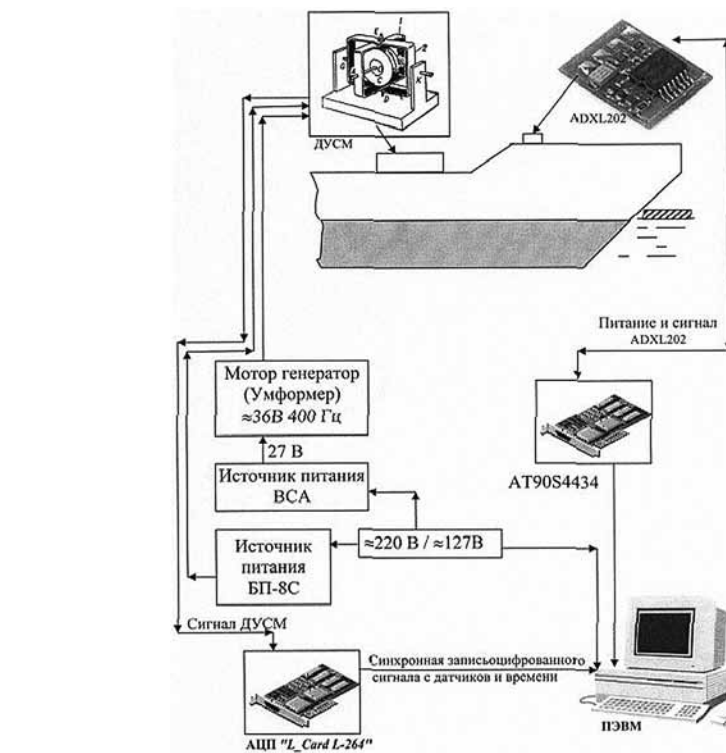


Рис. 4. Схема программно-аппаратного комплекса

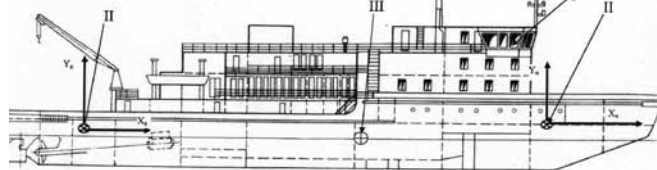


Рис. 5. Схема размещения аппаратных модулей ПАК на ледоколе I – ПЭВМ; II – датчик ускорений ADXL203; III – датчик угловых скоростей ДУСМ (желательно расположить вблизи от центра тяжести судна), мотор генератор (умформер), источник питания ВСА, источник питания БП-8С

программно-аппаратного комплекса на речных ледоколах. В зависимости от интенсивности эксплуатации ледокола в тяжелых льдах сроки окупаемости будут составлять от нескольких недель до одного сезона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грамузов Е.М., Калинина Н.В. Оптимизация движения ледокола в тяжелых льдах. – 2-я Международ. конфер. по морским интеллектуальным технологиям, сентябрь 1997 г., Санкт-Петербург.
2. Зуев В.А., Грамузов Е.М., Калинина Н.В. Ходкость речных ледоколов в тяжелых льдах. – 2-я Международ. конфер. по судостроению – ISC'98, 24–26 ноября 1998 г., Санкт-Петербург, с.65–74.
3. Грамузов Е.М., Калинина Н.В., Солдаткин О.Б. Отработка математической модели динамики движения речного ледокола в тяжелых ледовых условиях на базе натурных испытаний / НГТУ. – Деп. в ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова, 18.05.1998 г., № ДР-3662, 32 с.
4. Грамузов Е.М., Калинина Н.В. Теоретико-экспериментальная модель движения речных ледоколов в тяжелых льдах. – В сб.: Физические технологии в машиностроении. – Н.Новгород: Интелсервис, 2000, с. 170–180.
5. Зуев В.А., Грамузов Е.М., Калинина Н.В. Бортовой программно-аппаратный комплекс для оптимизации движения ледоколов в тяжелых льдах. – 3-я Международ. конфер. по морским интеллектуальным технологиям, август–сентябрь 1999 г., Санкт-Петербург, т. 2.

6. Система выбора оптимальной тактики движения судна (свидетельство на полезную модель № 16875). – Заявка № 2000122287, дата поступления 24.08.2000. Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей РФ, М., 20.02.2001
7. Самохин И.В., Скрягина М.Ю. Исследование кинематических параметров движения ледокола в модельных условиях. – Всеросс. науч.-техн. конфер., посвященная памяти проф. В.М. Керичева «Современные технологии в кораблестроительном образовании, науке и производстве», 24–26 сентября 2002 г., Н.Новгород, Россия, с.262–268.
8. Самохин И.В. Определение приведенной толщины ледяного покрова по результатам измерений кинематических параметров движения ледокола. – Всеросс. науч.-техн. конфер., посвященная памяти проф. В.М. Керичева «Современные технологии в кораблестроительном образовании, науке и производстве», 24–26 сентября 2002 г., Н.Новгород, Россия, с.257–261.
9. Калинина Н.В. Исследование ледопродоходимости танкера Арктического ледового плавания дедвейтом около 70 000 т. – Всеросс. науч.-техн. конфер. посвященная памяти выдающихся выпускников НГТУ Р.Е.Алексеева и И.И.Африкантова «Современные технологии в кораблестроительном и энергетическом образовании, науке и производстве», 23–26 октября 2006 г., Н.Новгород, с.131–135.
10. Калинина Н.В. Прогнозирование ледовой ходкости буксира ледокольного класса пр. 2805 // Морской вестник. – 2008. – № 1(25). – С. 96–97. ■

АКТУАЛЬНОСТЬ, МЕТОДОЛОГИЯ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ НАУЧНЫХ ОСНОВ ЖИВУЧЕСТИ СИСТЕМ КОРАБЕЛЬНОГО ВООРУЖЕНИЯ

Ю.И. Стекольников, д-р техн. наук, проф. ВМА им. адмирала Н.Г. Кузнецова, контакт. тел. (812) 431 9423

Для второй половины XX столетия характерно создание и развитие технических и организационно-технических систем (местного, регионального и глобального масштабов), обеспечивающих жизнедеятельность в политической, экономической, военной, экологической и других областях. По мере развития подобных систем возрастает их чувствительность к внешним воздействиям стихийного (землетрясения, наводнения, условия аварийных ситуаций, катастроф и др.) и целенаправленного характера (боевые действия противоборствующих стороны, терроризм и др.).

С целью обоснования важнейших принципов и способов обеспечения живучести систем различного назначения на этапах их создания или совершенствования требуются разработка методологических основ, постановка и решение ряда научных задач, связанных с моделированием, оценкой и синтезированием свойства живучести систем. Отмеченные позиции иллюстрируют научно-прикладной аспект актуальности разработки и постоянного развития теоретических основ живучести систем.

Рассматривая проблемы живучести в приложении к системам вооружения ВМФ, следует заметить, что увлеченность автоматизацией привела к забвению опыта обеспечения «неуязвимости» вооружения в бою. Известно, что принцип неуязвимости реализуется за счет возможности многовариантного боевого применения оружия и рационального размещения элементов вооружения на носителе. Так, схема размещения элементов торпедного вооружения эскадренного миноносца проекта 30-бис послевоенной постройки (с учетом опыта войны) предполагала восемь вариантов боевого применения оружия, вооружение было эшелонировано и разнесено пространственно.

В последующие годы этот опыт был забыт (торпедное вооружение сосредоточено «на одном шпангоуте»), вариантов боевого применения стало не более трех.

Таким образом, разработка теоретических основ живучести систем вооружения ВМФ, которые ориентированы на формирование технических решений в конкретных проектах, имеют узко прикладной аспект актуальности.

Следует заметить, что теория живучести систем как научная дисциплина находится на стадии становления и энергичного развития. Значительный вклад в этот процесс внесли труды докторов наук И.А. Рябинина, А.Г. Додонова, Е.И. Шерстобитова, В.Ф. Крапивина, Ю.М. Парфенова, Б.С. Флейшмана и др.

Методология. Под теорией живучести понимают комплекс научных знаний

о закономерностях сохранения системой необходимого качества при повреждении ее элементов и о способах обеспечения данного свойства.

Согласно ГОСТ 13377–75, повреждение – это событие, заключающееся в нарушении исправности объекта или его составных частей вследствие влияния внешних воздействий, превышающих уровни, установленные в нормативно-технической документации.

Таким образом, элементы системы вооружения (СВ) могут находиться в двух состояниях: работоспособном и неработоспособном. Переход состояний элементов возможен в обоих направлениях.

Для удобства изложения общих вопросов теоретических основ живучести систем введем понятие «повреждающий фактор» (ПФ) – определенный вид внешнего воздействия, параметры которого превышают значения, на которые рассчитан элемент системы при его проектировании.

Свойство элемента сохранять состояние работоспособности при воздействии ПФ называют *стойкостью*. Ясно, что при наличии временной избыточности стойкость элемента может обеспечиваться не только его защитой или упрочением, но и восстановлением работоспособности.

Подход к формализации состояний систем в теории живучести существенно отличается от принятого в теории надежности. На множестве отказовых, с точки зрения надежности, состояний системы могут быть выделены состояния, допускающие решение системой поставленной задачи с заданной эффективностью. Назовем эти состояния *состояниями способности*.

Такой подход позволяет рассматривать системы в двух состояниях: способности и неспособности решить по-

ставленную задачу. Переход состояний системы также возможен в обоих направлениях:

Итак, при воздействии ПФ часть элементов системы неизбежно получит повреждения. Возникает вопрос, сохранила ли система способность решать поставленные задачи? На этот вопрос дает ответ теория живучести, в основе которой лежит определение данного свойства.

Живучесть – свойство, характеризующее способность системы эффективно функционировать при получении повреждений (разрушений) или восстанавливать данную способность в течение заданного времени.

Важным является установление «зон ответственности» теории живучести в отношении ряда смежных научных дисциплин. Общее представление об этом может дать таблица.

Состояние	Воздействие	
	расчетное	нерасчетное
Работоспособности	Надежность	Живучесть
Способности	Отказоустойчивость	

Теория. Дальнейшее изложение материала статьи выполним в приложении к системам вооружения (СВ), имеющим существенную специфику.

Имея в виду ключевые слова в определении свойства живучести – «сохранять» и «восстанавливать», структуру характеристик живучести СВ можно представить в виде схемы (рис. 1).

Неуязвимость (непоражаемость) – свойство СВ сохранять состояние способности при получении повреждений от воздействия ПФ.

Очевидно, количество таких повреждений зависит от стойкости элементов системы, а эффект их влияния на ее состояние – от степени структурной из-

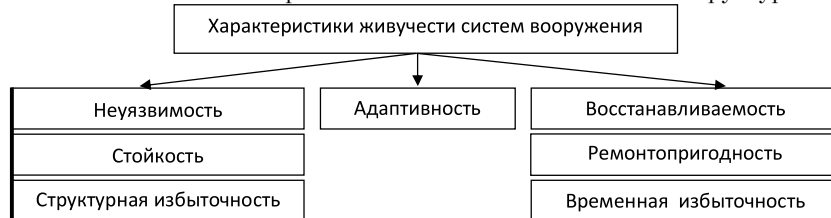


Рис. 1. Структура характеристик живучести СВ

быточности. Тогда частными характеристиками неуязвимости СВ могут рассматриваться *стойкость* и *структурная избыточность*.

Структурная избыточность характеризует неуязвимость СВ, обеспечиваемую наличием в структуре резерва элементов назначения.

Адаптивность – это свойство системы предотвращать развитие вторичных поражений и формировать состояние способности на основе остаточного ресурса.

Восстанавливаемость – приспособленность СВ восстанавливать состояние способности в течение допустимого по условиям решения задачи времени за счет внутренних ресурсов.

Частными характеристиками *восстанавливаемости* являются временная избыточность (резерв времени) и ремонтпригодность.

В связи с этим многообразие СВ делая на два подмножества:

- восстанавливаемые СВ, в состав которых входят средства диагностического обеспечения и восстановления и потребное время восстановления τ_v которых не превышает временную избыточность системы τ_n ;
- невосстанавливаемые СВ, для которых характерно $\tau_n \approx 0$ или $\tau_v > \tau_n$.

Для решения исследовательских и практических задач рассматривается совокупность показателей живучести СВ.

К общим показателям живучести систем отнесем:

а) *показатель живучести восстанавливаемых систем* – вероятность сохранения системой состояния способности или восстановления данного состояния в течение заданного времени;

б) *показатель живучести невосстанавливаемых систем или показатель неуязвимости* – вероятность сохранения системой состояния способности.

В качестве частных показателей живучести СВ можно использовать:

а) *условный закон непоражения системы (УЗН) $G(\omega)$* , характеризующий «динамику» сохранения СВ состояния способности при ω -кратном воздействии ПФ.

Область применения УЗН:

– в задачах выбора лучшей по критерию живучести СВ из имеемых альтернатив;

– в задачах реализации принципа «равной живучести». На рис. 2 показаны возможные варианты соотношений УЗН систем вооружения и их носителя:

- в варианте «С» вооружение корабля «гибнет» раньше, чем носитель. Подобный случай произошел с ЭМ «Varington» (США) в Тонкинском заливе во время вьетнамской войны. В результате близкого взрыва воору-

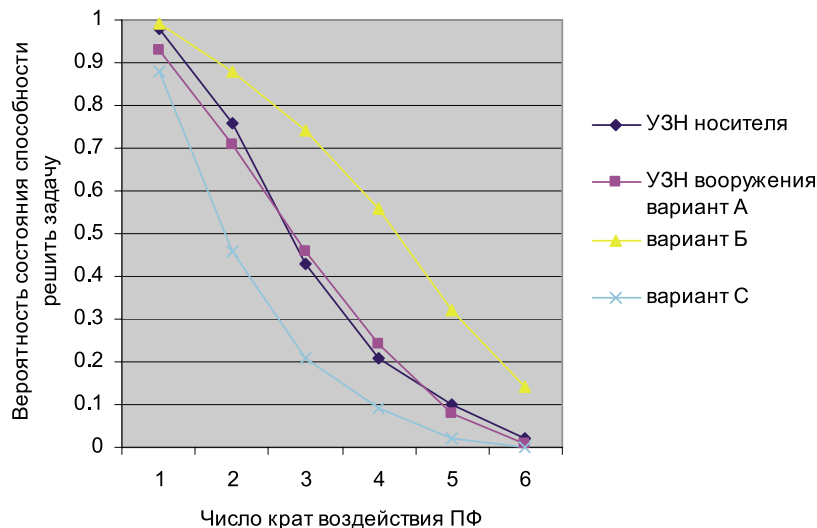


Рис. 2. Условные законы корабля-носителя и возможных вариантов его вооружения

жение корабля вышло из строя, хотя сам корабль как платформа сохранил способность функционировать по назначению;

• в варианте «Б» корабль «гибнет» раньше, чем его вооружение;

• в варианте «А» динамика «гибели» корабля и его вооружения примерно одинакова. Этот вариант демонстрирует реализацию принципа «равной живучести» корабля и его вооружения. Можно утверждать, что в данном случае средства, выделенные на обеспечение живучести корабля и его вооружения, потрачены рациональным образом;

б) *условный закон неуязвимости структуры (УЗНС) $G(\omega_1)$* , характеризующий динамику сохранения системой состояния способности при последовательном удалении ω_1 ее элементов ($\omega_1 = 1, 2, \dots, n$, где n – число элементов СВ).

УЗНС оценивает структурную живучесть систем и является эффективным (возможно, единственным) средством оценки данного свойства систем на ранней стадии их разработки, когда условия размещения и эксплуатации элементов еще неизвестны.

Оценка показателей живучести СВ проводится аналитическими методами, в основе которых лежат соответствующие модели, включающие в себя «механизм» оценивания возможностей остаточного ресурса системы m_0 .

Состояние СВ можно классифицировать как состояние способности, если m_0 удовлетворяет двум признакам:

– соответствия (С-признак), когда качественный состав элементов назначения остаточного ресурса обеспечивает функционирование системы в интересах решения поставленной задачи;

– достаточности (Д-признак), когда число элементов остаточного ресурса m_0 не менее некоторого наименьше-

го m , необходимого для функционирования системы с потребной производительностью и в течение необходимого по условиям выполнения задачи времени.

Следует признать, что в настоящее время не существует единого подхода к идентификации состояний способности всего многообразия систем. Причиной является существенная специфика строения и характера функционирования СВ различного назначения.

Предлагается деление систем на три типа, руководствуясь признаком их структурной сложности:

а) СВ, у которых между элементами отсутствуют структурные отношения. Элементы в данных системах объединены ассоциативно по признаку назначения. Учитывая, что подобные СВ носят признаки элементарных ассоциаций, в дальнейшем будем называть их ассоциативными СВ или А-системами;

б) СВ, элементы которых объединены по признаку назначения в ассоциацию, а между ассоциациями существуют структурные отношения. Формирование «выхода» системы по правилу «и» придает ей признак структурности. Учитывая ассоциативный характер объединения элементов одного назначения и структурные отношения между ассоциациями, назовем данные СВ ассоциативно-структурными или АS-системами.

в) СВ, элементы которых находятся в жестких структурных отношениях. Примером таких систем могут служить все технические и организационно-технические системы (корабельные комплексы, базы оружия и т.д.). При решении проблем живучести подобные СВ предлагается называть структурными или S-системами.

Методики оценки живучести А-систем основаны на ассоциативном характере объединения однородных по назначению элементов.

В процессе воздействия ПФ на элементы А-системы признак соответствия СВ своему назначению (С-признак) не претерпевает изменений. Деградиация системы идет в направлении свойства достаточности. Показателем свойства достаточности СВ с однородными элементами является величина ущерба Y . Ясно, что А-система способна решить свойственную задачу, если $Y \leq Y_d$, где Y_d – допустимый по условиям задачи ущерб системы.

Не требует доказательства суждение о том, что величина ущерба Y – случайная величина или случайная функция $Y(\tau)$ если процесс поражения СВ не стационарен.

Рассмотрим А-систему, живучесть которой обеспечивается не только наличием избыточных элементов, но и проведением мер по восстановлению утраченных работоспособность элементов. В такой постановке представляет интерес величина остаточного ущерба Y_0 , которая также случайна. Очевидно,

$$Y_0 = Y - Y_{\text{п}}, \quad (1)$$

где $Y_{\text{п}}$ – предотвращенный ущерб системы в результате восстановительных мер.

С учетом (1) показатель живучести А-систем может быть рассчитан как вероятность события, состоящего в том, что величина остаточного ущерба не превышает допустимого значения Y_d :

$$G = \int_0^{Y_d} f(Y_0) dY_0.$$

Существуют и другие подходы к оценке живучести А-систем, основанные на комбинаторных и дифференциальных («хищник-жертва») моделях.

Методики оценки живучести АС-систем основаны на ассоциативном характере объединения однородных по назначению элементов.

В процессе воздействия ПФ на элементы АС-системы деградиация идет в направлении свойств достаточности в первую очередь (Д-признак) и соответствия СВ своему назначению во вторую (С-признак). Данное утверждение лежит в основе «механизма» идентификации состояний способности АС-систем. Показателем свойства достаточности СВ, элементы которой по признаку назначения сосредоточены в K ассоциациях, является величина ущерба Y_k в каждой из них. Ясно, что АС-система способна решить свойственную задачу, если

$$Y_k \leq Y_{\text{кд}}, \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad (2)$$

где $Y_{\text{кд}}$ – допустимый по условиям задачи ущерб k -й ассоциации системы. Если в результате воздействия ПФ нарушается условие (2) в отношении хотя бы одной из K ассоциаций, то СВ по своим характеристикам перестает соответствовать назначению (нарушается С-признак) и теряет состояние способности решить поставленную задачу.

Оценка показателя живучести АС-систем возможна на основе комбинато-

рики, позволяющей подсчитать число возможных состояний способности L_1 СВ при известной величине остаточного ресурса m_0 и число возможных (любых) состояний системы L_0 :

$$L_1 = \sum_{l=1}^{L_T} \prod_{k=1}^K C_{n_k}^{m_{\text{ок},l}}, \quad \text{а } L_0 = C_{n_0}^{m_0},$$

где n_k – исходное число элементов в k -й ассоциации; L_T – число строк в матрице обобщенных состояний способности СВ, рассчитываемой с помощью специального алгоритма [5]. Тогда

$$G = L_1 / L_0.$$

Методика оценки живучести С-систем основана на четком представлении их структуры и возможности априори перечислить все возможные состояния способности СВ L_1 . Данные перечисления могут оформляться в виде:

– матрицы состояний способности (МСС) $B[x_{ij}]$, $i=1,2,\dots,n_1$, где n – число элементов, обеспечивающих l -е состояние способности. Здесь x_{ij} – логическая переменная, характеризующая причастность i -го элемента к обеспечению l -го состояния способности;

– логической функции состояний способности (ФСС) $U(x_n)$.

«Механизм» формирования состояний способности при построении МСС и ФСС предполагает учет обоих признаков идентификации – соответствия и достаточности.

В том случае, если МСС или ФСС разработаны, то методика сводится к оценке шанса того, что после воздействия ПФ остаточный ресурс m_0 позволит сформировать хотя бы одно состояние способности системы, т.е.

$$G = G(B[x_{ij}] \neq \emptyset),$$

$$i = 1, 2, \dots, n_1; l = 1, 2, \dots, L$$

– вероятность события, состоящее в том, что МСС – не пустое множество или что ФСС равна единице:

$$G = G(Y(x_n) = 1). \quad (3)$$

Обеспечение свойства живучести СВ предполагает совокупность мер по формулированию ряда устойчивых взглядов (принципов) на возможность эффективного управления данным свойством систем, реализацию их в конкретных способах, а также постановку и решение оптимизационных задач.

Принципы обеспечения живучести СВ формируются на основе анализа моделей и методик оценки показателя живучести систем [5]. Рассмотрим ряд из них, не претендуя на полноту изложения данного вопроса.

Принцип 1 – элементы системы должны обладать малой структурной значимостью и высокой стойкостью.

Анализируя матрицу состояний способности $B[x_{ij}]$, можно заметить, что существуют подмножества элементов, потеря работоспособности которых приводит к потере состояния способности всей системы. Такие подмноже-

ства называют «минимальным сечением» структуры. Очевидно, что элементы «минимальных сечений» должны быть дублированы (снижается их структурная значимость) или защищены от ПФ (повышается их стойкость).

Принцип 2 – структура системы должна обеспечивать возможно большее или достаточное (в задачах оптимизации) число состояний способности.

Не требует доказательства утверждение, что чем большим числом состояний способности обладает система, тем выше вероятность реализации хотя бы одного из них.

Принцип 3 – состояния способности системы должны обеспечиваться возможно меньшим числом элементов.

Сокращение числа элементов, обеспечивающих состояние способности, снижает уязвимость системы. Реализация данного принципа приводит к построению системы на основе модулей, каждый из которых способен обеспечить состояние способности всей системы.

Принцип 4 – различные состояния способности системы должны обеспечиваться различными элементами.

Следствием реализации этого принципа является увеличение числа элементов, составляющих «минимальные сечения» структуры системы.

Поиск новых положений (принципов) и уточнение уже известных – актуальная научная задача. Важность таких исследований подтверждается еще и тем, что означенные принципы являются руководством к действию при разработке конкретных способов обеспечения живучих СВ.

В заключение следует заметить, что развитие теоретических положений живучести СВ – актуальная задача для военных ученых. Будучи важнейшей составляющей науки о живучести носителей, основы теории живучести вооружения по уровню разработки и практическому приложению существенно отстают от достигнутого в кораблестроении. Случай с ЭМ «Varington» [4], когда платформа (корабль) выдержала близкий взрыв большой мощности, а вооружение утратило способность функционировать по назначению, не частный и является результатом ошибочной военно-технической политики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Додонов А.Г. и др. Введение в теорию живучести вычислительных систем. – Киев: Наукова думка, 1990.
2. Крапивин В.Ф. О теории живучести сложных систем. – М.: Наука, 1978.
3. Рябинин И.А. Расчет показателей живучести технической системы ускоренным табличным методом. – Л.: Изд.ВМА, 1986.
4. Стекольников Ю.И. Живучесть систем вооружения. – СПб.: Изд.ВМА, 1998.
5. Он же. Живучесть систем. – СПб.: Политехника, 2002. ■

Существующие апробированные подводные глайдеры (ПГ) представлены тремя функционирующими аппаратами: «Seaglider» [2], разработанным в университете штата Вашингтон, «Slocum Electric» [7], разработанным Webb Research Corporation, и «Spray» [7], созданным в Scripps Institution of Oceanography, (рис. 1–3). Характеристики указанных трех ПГ приведены в табл. 1–3.



Рис. 1 «Slocum Electric»



Рис. 2. «Seaglider»



Рис. 3. «Spray»

Изменение плавучести глайдеров осуществляется посредством изменения объема аппарата примерно на 100 см³, что создает силу плавучести около 1 Н. Отношение горизонтальной скорости (порядка 25 см/с) к вертикальной равно отношению подъемной силы к силе сопротивления и обычно составляет 2–4, что значительно меньше, чем у воздушного планера, но сравнимо с качеством шаттла НАСА. Процесс планирования, связанный с изменением объема ПГ, обеспечивается за счет энергии, затраченной на работу механизма изменения плавучести (насосов). При глубине порядка 1 км и цикле планирования, длящемся несколько часов, для изменения плавучести затрачивается порядка 10 кДж энергии. При этом мощность,

ПОДВОДНЫЕ ГЛАЙДЕРЫ: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА (ЧАСТЬ 1)

И.В. Кожемякин, канд. техн. наук, начальник Управления НИЧ,
К.В. Рождественский, д-р техн. наук, проф.,
В.А. Рыжов, д-р техн. наук, проф.,
А.В. Смольников, канд. техн. наук, проф., СПбГМТУ,
Е.И. Татаренко, д-р техн. наук, проф. Самарского ГТУ,
 контакт. тел. +7 921 380 7506

Таблица 1
Характеристики «Slocum Electric»

Корпус	Длина 1,5 м (полная 2,15 м). Диаметр 0,21 м. Масса 52 кг. Полезный груз 5 кг
Несущие поверхности	Размах (хорда) крыла 1,2 (0,09) м. Длина (хорда) вертикального стабилизатора 0,15 (0,18) м
Батареи	250 алкал. элем., энергия 8 МДж, масса 18 кг
Изменение объема	Обычно 450 см ³ , насос одиночного действия с мотором 90 Вт, КПД 50% при давлении 200 дбар
Связь	Freewave LAN, 5,7 кбайт/с, 3 Дж/Мбайт, дальность 30 км, или Iridium, GPS навигация
Эксплуатационные параметры	Макс. давление 200 дбар, макс. скорость 40 см/с
Автономность	U = 35 см/с, угол траектории 25°, плавучесть 230 г, дальность 500 км, длительность миссии 20 дней

Таблица 2
Характеристики «Seaglider»

Корпус и антенна	Длина 1,8 м (полн. 3,3 м). Диаметр 0,3 м. Масса 52 кг. Полезный груз 4 кг
Несущие поверхности	Размах (хорда) крыла 1,0 (0,16) м. Размах (хорда) вертикального стабилизатора 0,4 (0,07) м
Батареи	81 литиев. эл. два блока, энергия 10 МДж, масса 9,4 кг
Изменение объема	Макс. 840 см ³ , возвратно-поступательный насос с мотором, КПД 40 (8)% при давлении 1000 (100) дбар
Связь	Iridium, 180 байт/с, 35 Дж/кбайт, GPS навигация
Эксплуатационные параметры	Макс. давление 1000 дбар, макс. скорость 45 см/с
Автономность	U = 27 см/с, угол траектории 16°, плавучесть 130 г, дальность 4600 км, длительность миссии 200 дней

Таблица 3
Характеристики «Spray»

Корпус	Длина 2 м. Диаметр 0,2 м. Масса 52 кг. Полезный груз 3,5 кг
Несущие поверхности	Размах (хорда) крыла 1,2 (0,1) м
Батареи	52 DD Lithium CSC три блока Энергия 13 М Дж, масса 12 кг
Изменение объема	Макс. 900 см ³ , возвратно-поступательный насос, КПД 50 (20)% при давлении 1000 (100) дбар
Связь	Iridium, 180 байт/с, 35 Дж/кбайт GPS навигация
Эксплуатационные параметры	Макс. давление 1500 дбар, макс. скорость 45 см/с
Автономность	U = 27 м/с, угол траектории 18°, плавучесть 125 г, дальность 7000 км, длительность миссии 330 дней

затрачиваемая на движение, имеет порядок половины Ватта. Значительная дальность и автономность глайдеров обеспечивается за счет медленного движения и минимизации затрат энергии на работу всех систем и механизмов. Поскольку сопротивление меняется примерно квадратично скорости, уменьшение скорости в 2 раза увеличивает дальность в 4 раза. Отличительная особенность ПГ от воздушного планера – не способ перемещения, а, скорее, очень малые скорости и, соответственно, малое сопротивление, что обеспечивает достаточно большую автономность. В тропиках для преодоления изменения плавучести на пикноклине требуется значительная энергия. В субполярных районах стратификация более слабая,

что приводит к возрастанию дальности. Главными факторами, влияющими на дальность, являются эксплуатационная скорость (большие скорости неэффективны), гидродинамическое сопротивление аппарата и комбинация стратификации океана и различия сжимаемости корпуса глайдера и морской воды. К электрическим механизмам изменения плавучести, применяемым для дрейфующих буев и глайдеров, относятся возвратно-поступательные насосы и поршневые насосы одиночного действия.

Насосы первой категории, используемые в ПГ «Seaglider» и «Spray», имеют меньшие размеры и вес по сравнению с насосами второй категории. Поскольку сегодняшние глайдеры по размерам больше, чем дрейфующие буи, и исполь-

зуются при больших значениях избыточной плавучести, это свойство весьма существенно, особенно при больших значениях максимальных давлений. Недостаток малых возвратно-поступательных насосов связан с их чувствительностью к пробкам, возникающим при наполнении цилиндра насоса газом, когда степени сжатия насоса недостаточно для того, чтобы поднять давление сжатого газа до внешнего давления. Если это происходит со всеми цилиндрами возвратно-поступательного гидравлического насоса, то он останавливается.

Насосы одиночного действия, такие как используемый на «Slocum», более надежны. Они не требуют клапанов, применяемых в возвратно-поступательных насосах для двунаправленного управления плавучестью, и обладают иммунитетом по отношению к пробкам. «Slocum» оптимизирован для мелководных и прибрежных операций, когда требуется быстрая управляемость, соответственно, использует более мощный, чем у других ПГ, электромотор для быстрого управления плавучестью. «Spray» и «Slocum» имеют простые алюминиевые корпуса для противодействия внешнему давлению и обеспечения обтекаемости. Сжимаемость такого корпуса у ПГ «Slocum» равна примерно 1/1 000 000 м на децибар, что меньше сжимаемости воды, так что на дне глубокого коридора требуются дополнительная подкачка и, соответственно, энергия. Приближенная оценка показывает, что на глубине 1000 м объем корпуса ПГ «Slocum» может уменьшиться на 10 см³.

На ПГ «Seaglider» применяется корпус с обтекателем из слоистого пластика и прочным корпусом из алюминия. Последний выполнен гофрированным, чтобы добиться такой же сжимаемости, как у морской воды. При этом удается значительно сэкономить энергию, особенно на больших глубинах. Применный корпус позволяет увеличить объем «Seaglider» от 50 до 60 л. Обтекатель «Seaglider» имеет специальную ламинаризованную форму, благодаря которой сопротивление этого аппарата растет в пропорции к скорости в степени 3/2, а не в степени 2, как у «Slocum» и «Spray». Заметим, что добавление антенн, стоек для СТД датчиков и других сенсоров увеличивает сопротивление примерно на 35%.

Запас энергии для управления плавучестью и электроникой обеспечивается одноразовыми батареями. «Seaglider» и «Spray» используют литий-тионилхлоридные батареи, которые на единицу массы обладают вдвое большей энергией и имеют долгий срок хранения и эксплуатации. «Slocum» спроектирован под более безопасные и дешевые алкалиновые батареи, но в нем могут использоваться

и литиевые батареи. Обычно примерно 60–70% энергии батарей затрачивается на движение, остальная энергия уходит (примерно поровну) на обеспечение связи и на питание микропроцессоров, контроллеров и сенсоров.

Глайдеры не пеленгуются при погружении, выполняя программу движения между точками выхода на GPS. Хорошо отбалансированные глайдеры могут двигаться сквозь толщу воды несколько часов без корректировки курса.

Все три глайдера *определяют свое положение и курс*, применяя комбинацию трехосного магнетометра и пузырькового уровня. Последний хорошо определяет дифферент и крен, поскольку поперечные ускорения малы. Дифферент и угол планирования на всех трех глайдерах устанавливается посредством перемещения масс (батарей) в нос и в корму. «Spray» и «Seaglider» адаптируют свой курс путем изменения крена и соответствующей поперечной силы. Это делается путем поворота эксцентрической массы (батарей) при сохранении положения центра тяжести ниже центра плавучести. «Slocum» для изменения курса использует руль. При этом поворот аппарата происходит быстрее, чем поворот путем создания крена. Отметим, что эксплуатационные характеристики, такие как: точки траектории, курсовые углы, углы планирования и силы плавучести могут корректироваться с берега в ходе выполнения миссии.

Одной из ключевых технологий связи, применяемых для глайдеров, является *глобальная спутниковая связь*, позволяющая им функционировать всюду, направляя данные практически в реальном времени. Ранее ПГ использовали для передачи данных мобильную телефонную связь систем Argos и OrbcComm, но сегодня перешли на двухстороннюю связь Iridium с пропускной способностью примерно 200 байт в секунду при затратах энергии примерно 40 Дж на 1 кб и стоимости примерно 0,25–0,50 долл. за килобайт. Система Iridium позволяет передать 1000 замеров от различных сенсоров на каждом цикле планирования при стоимости в один доллар. Глайдеры обычно имеют на борту большой запас памяти.

«Seaglider» был спроектирован для наиболее эффективной эксплуатации в открытом океане для глубин до 1 км и миссий продолжительностью несколько месяцев при дальностях порядка нескольких тысяч километров. Самая длительная миссия длилась 5 месяцев при дальности 2700 км. Эти аппараты смогли преодолеть зимние штормы в проливе Аляски и Лабрадорском море. Для эффективного проведения мониторинга, «Seaglider» спроектирован на углы дифферента от 10 до 75°.

«Slocum» оптимизирован для эксплуатации в мелководных прибрежных районах, когда требуется высокая маневренность, а ограничение дальности и длительности миссий не являются помехой, и, кроме того, возможна скоростная передача данных с использованием местных систем связи. Этот аппарат спроектирован технологично для быстрого изготовления и коммерческой доступности. Для интеграции сенсоров вблизи центра величины спроектирован модуль полезной нагрузки. Аппарат способен работать даже на глубинах порядка 5 м. Редукторы его насоса изменения плавучести легко заменяются на другие в зависимости от требуемой глубины эксплуатации с целью оптимизации зависимости момента от скорости. Аппарат прошел многочисленные испытания как в прибрежных, так и в глубоководных районах в группе до 10 аппаратов.

«Spray» спроектирован для эффективной эксплуатации в глубокой воде, легок в изготовлении и обслуживании. У него корпус малого сопротивления. Для снижения сопротивления антенны смонтированы в крыльях. При выходе на поверхность он поворачивается на 90° около своей оси, выставляя одно из крыльев на поверхность для использования GPS или спутниковой связи. При скорости ветра более 25 уз качество связи ухудшается и данные запоминаются до следующего сеанса связи. Кормовой отсек аппарата «мокрый». В нем размещаются сенсоры.

Одиночный ПГ может, в частности, быть использован как эффективная платформа для океанических измерений.

Следующий шаг состоит в одновременном и координированном использовании группы («роя» – swarm) глайдеров. Примером испытаний такой многоглайдерной платформы было разворачивание системы глайдеров (пять ПГ «Spray» и 10 ПГ «Slocum») в заливе Монтерей.

ДРУГИЕ ПГ В КОНФИГУРАЦИИ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ С КРЫЛЬЯМИ

Подводный глайдер «ANT Littoral Glider», разработан компанией Alaska Native Technologies, США, первоначально для военного применения (в прибрежной зоне). Позднее адаптирован для гражданских целей под названием ECOCETUS (рис. 4).



Рис. 4. «ANT Littoral Glider»

Глайдер имеет цилиндрический корпус длиной 2,83 м, диаметром 0,324 м и весит 109 кг. На нем установлены крылья с углом стреловидности 45°, в хвостовой оконечности расположен горизонтально-вертикальный стабилизатор.

Максимальная глубина погружения этого глайдера – 200 м. Он может также работать на малых глубинах от 10 м (с урезанными навигационными возможностями и скоростью). Скорость глайдера регулируется в диапазоне от 0,7 до 2,0 уз, при этом он может преодолевать течения (любого направления) со скоростью до 1,0 м/с. Аппарат имеет адаптивную балластировку. Может работать и в пресной, и в соленой воде. Корпус глайдера состоит из трех секций. Семь литров сухого объема доступны для размещения датчиков и аппаратуры. Рассчитан на полезную нагрузку массой 5 кг.

Материал корпуса либо стеклопластик, либо алюминий со специальным покрытием. Система управления плавучестью имеет объем около 5 л (ход поршня от 0 до 15,5 см). Расчетная максимальная скорость достигается при объеме $\pm 1,37$ л (полном объеме 2,74 л) и угле планирования 35°. Оставшееся 2,26 л предназначены для адаптивной балластировки (в диапазоне солености выше 27 промилле). Ввиду изменения плотности на рабочих глубинах (1010–1026 м) в диапазоне 16 кг/м³ при эффективном водоизмещении около 0,104 м³, требуется 1,66 кг объема замещения для компенсации перепада плотности воды. Резерв объема балластной системы может быть использован для увеличения скорости, если адаптивная балластировка не нужна. Энергетическая система глайдера представляет собой энергоблок, состоящий из 342 непerezаряжаемых литиевых батарей (типа D номиналом 32 В), имеет энергию 67 МДж, вес – 32 кг. Непerezаряжаемый энергоблок должен заменяться каждые три месяца. Могут также использоваться и перезаряжаемые литиевые батареи. Энергоблок используется в качестве подвижной массы для системы дифферентовки и изменения крена.

Подводный глайдер «SeaExplorer» (рис. 5) разработан компанией ACSA ALCEN, Франция. Он имеет изополимерный корпус эллиптической формы длиной 2,2 м, максимальным диаметром 0,25 м и весом 59 кг. У глайдера отсутствует «традиционная» крыльевая пара, есть только хвостовой Х-образный стабилизатор. Это облегчает его спуск и прием на борт, а также снижает риск запутывания (мусор, водоросли и т. д.). Благодаря относительно большому объему балластной системы (1,0 л), «SeaExplorer» имеет скорость около

0,5 м/с при оптимальном угле планирования 15°. По данным производителя, аппарат обладает высокой маневренностью, например, обеспечивает разворот радиусом в 15 м. Энергопитание осуществляется от аккумуляторных перезаряжаемых литий-ионных батарей.



Рис. 5. «SeaExplorer»

Имеются два отдельных источника питания: для навигационно-управляющей системы и полезной нагрузки. При этом энергия экономится за счет оптимизированного режима работы и ожидания системы навигации и датчиков полезной нагрузки. Автономность глайдера – несколько месяцев. «SeaExplorer» может функционировать как в прибрежной зоне, так и на глубокой воде. Максимальная глубина погружения – 700 м. Система связи поддерживает: Iridium, ARGOS, WiFi, GPS. Аппарат имеет открытый исходный код прошивки, что позволяет потенциальным пользователям реализовать индивидуальные функции. При наличии соответствующих датчиков «SeaExplorer» становится эффективной платформой для океанографических и других научных исследований, быстрой оценки параметров окружающей среды, обнаружения различных загрязнений, мониторинга качества воды, военных целей.

Подводный глайдер «Sea-Wing» (рис. 6), разработанный Shenyang Institute of Automation, КНР, имеет цилиндрический корпус длиной 2,0 м, диаметром 0,22 м, с жестко закрепленными горизонтальными крыльями с размахом 1,2 м, вертикальным рулем и антенной. Построен по модульному принципу – состоит из четырех соединенных между собой секций. Системы планера включают в себя механизм управления плавучестью, механизм управления диффе-



Рис. 6. «Sea-Wing»

рентом и креном, встроенную систему управления, систему связи и навигации, блок научных датчиков и аварийную систему.

Принципы работы систем изменения плавучести, дифферента и крена аналогичны системам подводного глайдера «Slocum Electric». Встроенная система управления, разработанная на базе CPU с малой мощностью процессора, отвечает за управление движением, обработку данных, мониторинг работоспособности всех подсистем аппарата. Системы связи и навигации включают спутниковую связь Iridium, WiFi, TSM компас, GPS, измеритель давления и гидролокатор. Научные датчики используются для измерения физических параметров среды – могут использоваться CTD, датчик кислорода, рассеяния и обратного рассеяния.

В текущей версии «Sea-Wing» (2012 г.) установлен датчик CTD для измерения температуры и солености морской воды. Система аварийного сброса с независимым энергетическим пакетом обеспечивает сброс свинцового балласта, в случае если планер оказывается в аварийной ситуации.

Летом 2012 г. подводный планер «Sea-Wing» успешно прошел испытания в Южно-Китайском море. Была выполнена оценка остойчивости и управляемости глайдера, а также надежности функционирования его подсистем. Работы способствовали накоплению опыта эксплуатации ПГ в условиях сложных океанических течений. После выполнения подводных экспериментов подводный планер передал информацию через спутник на научно-исследовательское судно. Необходимо отметить, что в проекте помимо Shenyang Institute of Automation принимают участие Tianjin University и Zhejiang University. Глайдер рассчитан на глубину до 1200 м и дальность 500 км, у него литиевые батареи. «Sea Wing» не имеет хвостового оперения.

Французская высшая техническая школа ENSTA-Brest продолжает разработку, испытания и эксплуатацию глайдера «Sterne» (рис. 7). Он имеет цилиндрический корпус длиной 2,4 м, диаметром 0,2 м, весом 49 кг, размах крыльев 2,0 м. «Sterne» может нести полезную на-



Рис. 7. «Sterne»

грузку 2,5 кг в корме, 2 кг в носу (общий полезный груз – 4,5 кг). Максимальная глубина погружения – 200 м (существует модификация на 1000 м). Горизонтальная скорость аппарата – 0,2 м/с.

Глайдер выполнял миссии в различных акваториях Мирового океана, в том числе в условиях ледовой обстановки.

Начиная с 2009 г. в Japan Agency for Marine-Earth Science & Technology (JAMSTEC) ведется разработка проекта нового подводного глайнера «Tsukuyomi». Он проектируется под целый ряд специальных задач, одними из которых являются «залегание» на дно и способность оставаться в таком положении продолжительное время, по истечении которого по заданной программе аппарат будет выполнять дальнейшие предписания.

ПГ «Tsukuyomi» (рис. 8) имеет цилиндрический корпус длиной 2,484 м (вместе с антенной), диаметром 0,305 м и весит 150 кг. На корпусе глайнера жестко закреплены крылья, имеющие на концах шайбы. Хвостовое оперение отсутствует. Конструкция «Tsukuyomi» модульная, носовая и кормовая секции которой имеют эллиптическую форму. Корпус выполнен из алюминиевого сплава. Форма крыльев была определена после гидродинамических испытаний с использованием масштабной модели. В системе изменения плавучести используется эффективный поршневой насос, разработанный ранее для глубоководного аппарата NINJA и работающий до глубины 4000 м. На «Tsukuyomi» используются никель-водородные батареи. Они установлены на движущейся части гравитационного механизма управления движением. С помощью перемещения блока батарей осуществляется контроль дифферента и угла крена. Статически управляемый диапазон углов дифферента и крена находится в пределах $\pm 60^\circ$.

Максимальная глубина погружения глайнера – 3000 м. В середине 2012 г. были проведены первые испытания объекта в открытом море.

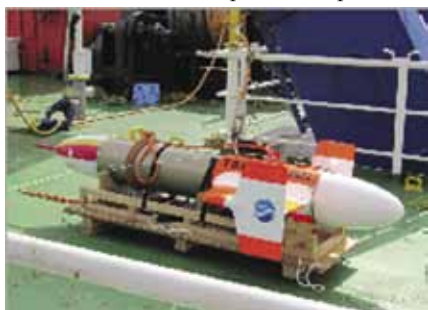


Рис. 8. «Tsukuyomi»

На рис. 9 показан ПГ, разработанный совместно Самарским государственным техническим университетом (СГТУ) и Санкт-Петербургским государственным морским техни-

ческим университетом (СПбГМТУ). Длина аппарата 1,9 м, максимальный диаметр – 0,23 м, удлинение крыла 5, объем корпуса 0,072 м³.



Рис. 9. Глайдер СГТУ-СПбГМТУ

КРЫЛЬЕВЫЕ ПОДВОДНЫЕ ГЛАЙДЕРЫ

Первым крыльевым подводным глайнером, разработанным в 2004 г. специалистами из Scripps Marine Physics Laboratory и Applied Physics Laboratory, University of Washington, США, в рамках научно-исследовательского проекта ONR и DARPA, был аппарат «StingRay». Он послужил рождению целого класса подводных глайнеров, имеющих гидродинамическую форму типа «летающее крыло» и названного Liberdade.

Данный проект был экспериментальным и не имел системы управления остаточной плавучестью. Погружение и всплытие осуществлялось путем взятия на борт дополнительного груза и сброса его на заданной глубине. В результате проведенных экспериментальных погружений на глубину 150 м были получены данные, подтверждающие достижение значения коэффициента гидродинамического качества, равного 17, при этом процесс погружения–всплытия занимал около одного часа.

Подводный глайдер «XRay» (рис. 10), построенный в 2005 г., является техническим развитием проекта «StingRay».

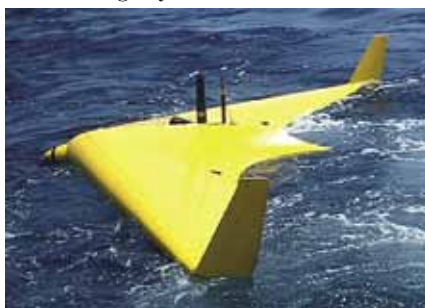


Рис. 10. «XRay 1»

Этот образец был модифицирован в 2006 г. – изменены концевые шайбы и форма корпуса с целью улучшения гидродинамических характеристик.

В 2006 г. «XRay 1» выполнил первый полностью автономный «полет»

подводного аппарата типа «летающее крыло». В 2007 г. появилась следующая модификация глайнера – «XRay 2» (рис. 11). Принципиальным отличием этого аппарата был отказ от концевых шайб.



Рис. 11. «XRay 2»

Испытания 2007 г. (73 эксперимента) показали, что аппарат успешно выполнил ряд сложных маневров, в том числе движение на циркуляции, позиционирование на заданном горизонте, маневр максимально быстрого всплытия на поверхность (с целью исследования режимов минимизации энергопотребления). Было подтверждено гидродинамическое качество аппарата, равное 20.

Модификации аппарата 2008 г. (выполнено 55 экспериментов) были связаны с введением закрылков, что позволило достичь более высокой устойчивости «полета» и улучшить управляемость по крену.

В том же 2008 г. началось проектирование нового аппарата с гидродинамическим качеством достигающим 35.

Остановимся на технических особенностях подводных глайнеров семейства «XRay». Глайдер имеет улучшенные гидродинамические характеристики по сравнению с аппаратом «Sting Ray», позволяющие ему развивать горизонтальную скорость до 2,5 м/с (рекордная скорость для аппаратов с системой управления плавучестью на 2006 г.). Автономность глайнера составила более 10 сут. при горизонтальной скорости 1,8 м/с. Ввиду того, что аппарат создавался в рамках программы разработки автономной информационно-измерительной системы освещения подводной обстановки «Persistent Littoral Undersea Surveillance Network» (PLUSNet), основу полезной нагрузки составлял блок среднечастотных гидроакустических антенн, вмонтированных в переднюю кромку крыла. Глайдеры семейства «XRay» – наибольшие известные подводные глайдеры (имеют 6,1-метровый размах крыльев), что является преимуществом с точки зрения гидродинамической эффективности и наличия места для размещения источников энергии и полезного груза. Весьма высокое гидродинамическое качество (в пределах 17–20) позволяет увеличить

дальность, автономность, перемещаться на более высоких скоростях, чем существующие глайдеры с торпедной гидродинамической схемой.

Изначально функцией глайдера «XRay» было отслеживание малозумных дизель-электрических подводных лодок и лодок, использующих новые типы топлива, эксплуатируемых на мелкой воде. Согласно военной доктрине США, аппарат подобного класса должен быть развернут быстро и незаметно и затем функционировать в течение длительного периода. Глайдер «XRay» удовлетворяя поставленной задаче, запрограммирован на миссию обеспечения контроля достаточно больших акваторий океана (обладает максимальной дальностью хода 1000 км). Эксперименты 2006–2008 гг. подтвердили способность глайдера достичь максимальной теоретической скорости хода, его энергетическую экономичность и заявленную автономность плавания. В результате испытаний был накоплен

опыт для дальнейших теоретических проработок ПГ типа «летающее крыло», способных достигать скоростей хода более 5 уз, иметь дальность 1200–1500 км и автономность до полугода.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Davis R.E., Eriksen C.C., Jones C.P.* Autonomous Buoyancy-Driven Underwater Gliders, 2002, p. 37–58.
2. *Eriksen C.C., Osse T.J., Light R.D., Wen T., Lehman T.W., Sabin P.L., Ballard J.W. and Chiodi A.M.* «Seaglider»: A long-range autonomous underwater vehicle for oceanographic research // IEEE of Oceanic Engineering. – 2001. – 26(4): October. – P. 424–436.
3. *Griffiths G., Ed., Davis R. E., C. C. Eriksen, and C. P. Jones.* Autonomous buoyancy-driven underwater gliders, In: Technology and Applications of Autonomous Underwater Vehicles, Taylor and Francis, 2002, London.
4. *Jenkins S. et al.* Underwater Glider System Study // Scripps Institution of Oceanography, Technical Report. – 2003. – No. 53, 6 May.
5. *Liberdade XRAY Advanced Underwater Glider.* – ONR press release, retrieved on

15 September 2008. https://www.onr.navy.mil/media/extra/fact_sheets/advanced_underwater_glider.pdt

6. *Rudnick D. L., Davis R. E., Eriksen C. C., Fratantoni D. M. and Perry M.J.* Underwater gliders for ocean research // Mar. Technol. Soc. J., 2004. – 38. – P. 73–84.
7. *Sherman J., Davis R.E., Owens W.B. and Valdes J.* The autonomous underwater glider «Spray» // IEEE of Oceanic Engineering. – 2001. – 26(4). – October. – P.437–446.
8. *Webb D. C. and Simonetti P.J.* The «Slocum» AUV: An environmentally propelled underwater glider. – In Proc. 11th Int. Symposium on Unmanned Untethered Submersible Tech., Durham, NH, 1999. 9. *Wood S.* Autonomous Underwater Gliders. – Intech, Dec. 2008.
9. *Yu Jian-cheng, Zhang Ai-qun, Jin Wen-ming, Chen Qi, Tian Yu, Liu Chong-jie.* Development and Experiences of the «Sea-Wing» Underwater Glider // China Ocean Engineering. – 2011. – Vol. 25. – No. 4. – P. 721–736.
10. *Кожемьякин И.В., Потехин Ю.П., Рождественский К.В., Рыжов В.А., Смольников А.В., Ткаченко И.В., Фрумен А.И.* Подводные глайдеры: эффект «рыбьего пузыря» // Морские интеллектуальные технологии. – 2012. – №4 (18). ■

Созданный в конце 2011 г. при РосНТО судостроителей им. акад. А.Н. Крылова инновационный комитет приступил к рассмотрению инновационных проектов. Для приемки и экспертной оценки поступающих проектов были разработаны соответствующие документы, в том числе требования к их описанию, а также критерии и показатели оценки их технического уровня с пояснениями и рекомендациями.

ТРЕБОВАНИЯ К ОПИСАНИЮ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

1. Инновационный проект – это результат процесса преобразования научного знания в физическую реальность, а именно конкурентоспособную продукцию, имеющую рыночный спрос. Она должна быть коммерциализуемой.

2. Конечный результат инновационного проекта является объектом для коммерциализации, т.е. для практической реализации на внутреннем или внешнем рынках сбыта готовой продукции. Объектом для коммерциализации могут выступать продукция, услуги, лицензия, опытная партия, готовое изделие и т.п., частью объекта могут выступать интеллектуальная или промышленная собственность, know-how и т.п., при этом объект должен быть четко определен.

Инновационные проекты (разработки), подаваемые на конкурсный отбор, должны быть выполнены с соблюдением следующих требований:

1. Общие сведения о проекте (2 стр).

1.1. Подпись руководителя организации (предприятия), утверждающая

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ ТРЕБОВАНИЯ К ОПИСАНИЮ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

*Б.А. Горелик, д-р техн. наук, проф. СПбГМТУ, сопредседатель инновационного комитета РосНТО судостроителей им. акад. А.Н. Крылова
контакт. тел. (812) 713 8405*

проект, с расшифровкой фамилии и инициалов, указанием должности, ученой степени и ученого звания.

Пример: П.И. Сидоров, генеральный директор, д-р техн. наук, профессор.

1.2. Организационно-правовая форма и полное название организации и прилагаемая квалификационная карта. Почтовый адрес с индексом, а также указанным видом информационной связи – телефон (с кодом города), факс, адрес по интернету.

1.3. Название инновационного проекта с указанием фамилии, имени и отчества (полностью) руководителя проекта, его должности, звания, ученой степени, телефона, электронной почты, факса и интернет-адреса.

1.4. Организации-соисполнители представляют те же данные, что и головная организация, а также указывают сумму финансирования выполнения работ.

2. Научно-техническое описание проекта.

2.1. Аннотация проекта (не более 1 листа).

2.2. Техническая сущность проекта (7 – 8 листов), в которой должны

быть раскрыты цель проекта, обоснована его направленность (ресурсо- и энергосбережение, снижение материалоемкости, придание новых свойств, повышение качества, надежности, конкурентоспособности и т.п.) и технологическая сущность разработки. Помимо этого должны быть конкретизированы выполненные исследования и представлен календарный план.

2.3. Календарный план приводится с отдельным указанием работ, выполненных головной организацией и каждой из организаций-соисполнителей.

2.4. Описание текущего состояния дел должно давать четкое представление об исследованиях, научно-технических и опытно-конструкторских работах и завершенности производства.

2.5. Информация о перспективах развития проекта должна быть реальной, технически, организационно и экономически обоснованной.

3. Основными характеристиками инновационной продукции (объекта) могут быть:

- для устройств:
 - технические функции и основные методы применения по назначению;
 - состав с указанием вновь разработанных, заимствованных и покупных изделий;
 - техническое описание взаимодействия основных элементов и их структурная схема;
- для технологий (способов):
 - тип, вид и описание процесса, информационной технологии;
 - состав операций в технологической последовательности и их особенности;
 - материалы, средства технологического оснащения, требуемые для реализации процесса;

Сравнительная таблица инновационной продукции с указанием отечественных и зарубежных аналогов

Показатель	Ед. измерения	Заявляемый проект	Наименование аналога, страна и фирма-производитель
Назначение			
Показатели: эксплуатационные			
безопасности			
надежности			
экологические			
экономические			
ресурсосбережения			

- для программных продуктов:
 - выполняемые функции, информационная надежность;
 - простота оперирования параметрами;
 - описание пользовательского интерфейса;
 - удобство сопряжения с датчиками и исполнительными органами (АСУП);
 - соответствие стандартам обеспечения безопасности;
 - объем памяти;
 - требования к аппаратным средствам;
 - использование лицензионных продуктов;
 - вид носителя программы при ее тиражировании;
 - состав эксплуатационной документации;
 - гарантийные обязательства и т.д.;
 - для информационных услуг:
 - описание состава, особенностей, способов и форм предоставления услуг;
 - процедура пользования;
 - порядок расчета за услуги;
 - перечень привлекаемых и специально разрабатываемых технических средств для создания проекта и обеспечения предоставления услуг.
- 4. Правовая охрана** объектов интеллектуальной собственности с обязательным указанием:
- типа продукции (объекта) для коммерциализации (know-how), объект собственности, методика, объект авторского права и т.п.;
 - когда и каким образом обеспечивалась правовая охрана продукции (объек-

та) с приложением копий патентов, отчетов, докладов на конференциях и т.д.;

- кто и в каком виде имеет права на часть продукции для коммерциализации или приобретает права в процессе выполнения инновационного проекта;
- имеются ли договоры работников с работодателем в виде соглашений о конфиденциальности и неразглашении;
- процедуры разрешения конфликтов в рамках прав на продукцию интеллектуальной собственности;
- варианты (ОВ) коммерциализации продукции.

5. Сравнительная таблица инновационной продукции с указанием отечественных и зарубежных аналогов (табл. 1).

Таблица 1

К таблице должны быть приложены копии сертификатов. Указаны свойства продукции (услуги, делающие ее предпочтительнее по отношению к конкурентам, должны быть обоснованы). Помимо этого должны быть указаны:

- соответствие продукции и технологии международным стандартам качества;
- совместимость предлагаемой продукции с имеющимися у потребителей (покупателей) техникой и технологиями.

6. Финансовый план создания и реализации продукции должен отражать:

- собственные инвестиции;
- привлекаемые инвестиции;
- бюджетное финансирование.

Сумма этих средств составляет общую стоимость продукции, в которую включают расходы всех участников разработки инновационного проекта.

Необходимо указать суммарную длительность создания продукции и ее реализации с представлением плана получения (прибыли) доходов и расходов с разбивкой по кварталам. В плане расходов следует отметить:

- оплату счетов поставщиков;
- заработную плату;
- затраты на разработку продукции;
- арендную плату;
- затраты на маркетинг;
- проценты по кредиту;
- возврат кредита;

Критерии и показатели оценки технического уровня инновационного проекта (разработки)

№ п.п.	Показатель	П
1	Актуальность проекта	5
2	Значимость для судостроения:	
	высокая	4
	средняя	3
	низкая	2
3	Апробация:	
	на уровне промышленного внедрения	5
	на уровне опытного образца	4
	на уровне эксперимента	3
	на уровне теоретических исследований	2
4	Экономическая эффективность:	
	высокая (10 млн.руб. в год и более)	5
	средняя (3 – 7 млн. руб.)	4
	низкая (до 3 млн. руб.)	3
5	Срок окупаемости:	
	1 год	5
	2 – 3 года	4
	4 и более лет	3
6	Снижение себестоимости, руб.:	
	на 50% и более	5
	на 20 – 40%	4
	на 10%	3
	не снизилась	0
7	Экологическая безопасность:	
	снизилась	5
	осталась на прежнем уровне	3
	повысилась	0
8	Уровень механизации, автоматизации, автоматический уровень:	
	повысился	3
	остался прежним	1
9	Возможность диверсификации:	
	имеется на практике	5
	возможна	4
	отсутствует	0
10	Наличие охранно-правовых документов:	
	сертификата качества	5-4
	патента	4-3
	полезной модели	3-1
11	Эстетическое оформление:	
	отличное	4
	хорошее	3
	удовлетворительное	2
12	Комплектность представленных материалов:	
	имеется	2
	недоукомплектованы	1
13	Предложения по сотрудничеству или инвестированию:	
	продажа патентов, лицензии, технической документации	2
	совместное проведение доработки	3
	совместное производство продукции по проекту	4
	реализация готовой продукции	5

- амортизационные отчисления;
- налоги и другие обязательные платежи.

7. Характеристики тиражирования (производства) продукции:

Пояснения и рекомендации к оценке инновационного проекта

п.1		Пояснения к применению показателей
	Актуальность	Проект имеет важность и востребованность на текущий момент
п.2		Значимость для судостроения
	Высокая	Проект может быть реализован в проектировании, строительстве, эксплуатации, ремонте и утилизации судов различных классов, назначений и водоизмещений, т.е. по основным этапам жизненного цикла (ЖЦЛ). То же, но либо в проектировании и строительстве, либо в строительстве и эксплуатации, либо в строительстве и ремонте и т.д. То же, только на каком-либо одном этапе жизненного цикла.
	Средняя	
	Низкая	
п.7		Экологическая безопасность
	Снизилась	Уменьшение выброса вредных веществ в окружающую среду (атмосферу, акватории, почву и т.д.)
	Осталась на прежнем уровне	Не указано в проекте о снижении экологической безопасности.
п.8		Уровень механизации, автоматизации автоматический уровень
	Повысился	Переход на более высокий уровень. Например, от ручного труда к механизированному, от механизированного к автоматизированному, от автоматизированного к автоматическому.
п.9		Возможность диверсификации
	Имеется на практике	Расширены сфера применимости и возможности проникновения изделия в другие, в том числе, смежные отрасли промышленного производства.
п.11		Эстетическое оформление
	Отличное	Четкий шрифт текста и заголовков, иллюстрационный материал в цветном изображении, желательна в переплете с названием инвестиционного проекта на его титульном листе, содержание постраничное, иллюстрационный материал черно-белого цвета.
	Хорошее	Четкий шрифт текста и заголовков, содержание постраничное, иллюстрационный материал черно-белого цвета.
п.12		Комплектность материалов проекта
	Комплектность имеется	Представлены все материалы в соответствии с требованиями к описанию инновационного проекта.
	Материалы недоукомплектованы	Отсутствует часть материалов, указанных в требованиях к описанию инновационного проекта.

– себестоимость и отпускная цена продукции;

– продолжительность оборота средств при производстве продукции;

– жизненный цикл продукции для коммерциализации на рынке;

Весь жизненный цикл, как правило, состоит из следующих основных этапов:

– поисковые исследования (ПИ);

– научно-исследовательские работы (НИР);

– опытно-конструкторские работы (ОКР);

– подготовка производства продукции;

– выпуск продукции;

– реализация продукции;

– производственный потенциал – имеющиеся и требуемые производственные мощности и элементы инфраструктуры для выпуска запланированного объема продукции; наличие сырьевой базы и степень удовлетворения потребности в сырье, материалах, полуфабрикатах и комплектующих изделиях, а также потребность в площадях и землях;

– необходимость оформления лицензий;

– варианты организации серийного производства с указанием строительства новых производственных объектов и реконструкции действующих, создания новых производственных мощностей на имеющихся площадях; замены и/или доукомплектования существующих средств технологического оснащения и других организационно-технических мероприятий.

8. **Кадровый потенциал** должен состоять из следующих лиц:

– административно-управленческого аппарата;

– научных и инженерно-технических работников;

– квалифицированного производственного персонала;

– маркетинговой службы.

9. **Характеристика рынка** должна включать:

– описание сегментов рынка, на которых предполагается реализация продукции, с указанием основных ее потребителей, их географического расположения;

– методы и способы привлечения потенциальных потребителей продукции, прогноз изменения потребностей, оценку спроса и условия экспорта;

– характеристику конкурентов с указанием наименований предприятий и фирм, их местонахождения, объема выпускаемой продукции, финансового состояния, научно-технического задела производственных мощностей, эффективности сбытовой системы и прогноза по объему выпуска продукции;

– текущие цены на аналоги и прогноз их изменения;

– основные элементы стратегии конкурентов.

10. **При организации сбыта** должны быть указаны:

– предприятия (фирмы), привлекаемые к реализации продукции;

– планируемое к реализации количество единиц продукции (по годам на 3 – 5 лет вперед);

– способы достижения запланированных показателей продаж с обоснованием выбранного (ых) канала (ов) реализа-

ции продукции, в том числе по прямым контрактам (договорам), через торговую сеть послепродажного обслуживания, с использованием дилерской или дистрибуторской сети и т.д.;

– порядок заказа и доставки продукции, механизм оплаты, процедура возврата продукции и гарантийный срок ее эксплуатации;

– виды рисков при достижении запланированных показателей продаж и пути их снижения.

При составлении материалов нельзя пропускать ни один из пунктов (подпунктов) требований. При отсутствии какой-либо информации необходимо указать это в соответствующем разделе описания.

Экспертная оценка инновационного проекта проводится специализированной комиссией, в которую должны входить компетентные специалисты в данной области. При экспертной оценке должны использоваться ранжированные критерии по балльной системе. Они должны быть использованы в качестве основания для принятия решения по дальнейшему продвижению проекта или его отклонению. Об окончательном решении автору (авторам) сообщается письменно.

Направлять свои инновационные проекты следует по адресу:

191186, Санкт-Петербург, Невский пр., д. 44, РосНТО судостроителей им. акад. А.Н. Крылова (с обязательным указанием адреса разработчика инновационного проекта и контактных данных ответственного исполнителя). ■

МОРСКАЯ ТЕХНИКА: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

Одно из старейших предприятий судостроительной отрасли – завод «Северная верфь» – 14 ноября 2012 г. отметил вековой юбилей. За сто лет с его стапелей сошло около 250 боевых надводных кораблей и более 280 гражданских судов.

Сейчас, в XXI в., ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь» остается флагманом российского судостроения. Портфель заказов предприятия сформирован до 2020 г. и превышает по объему финансирования 200 млрд. руб., на предприятии работают 4 тысячи человек.

Полуденный выстрел № 20257 из сигнальной пушки с исторического Нарышкина бастиона Петропавловской крепости в Санкт-Петербурге 12 ноября 2012 г. ознаменовал начало юбилейных торжеств, посвященных 100-летию юбилею «Судостроительного завода «Северная верфь». Этот выстрел в присутствии заслуженных судостроителей и ветеранов предприятия произвел генеральный директор завода Александр Ушаков.



Юбилейный полуденный выстрел выполняет А. Ушаков, генеральный директор «Северной верфи»

История «Северной верфи» неразрывно связана с историей Санкт-Петербурга – Ленинграда. Рабочие Путиловской верфи принимали активное участие в жизни предреволюционного Петрограда. В годы Великой Отечественной войны верфь, носившая тогда название Ленинградский судостроительный завод им. А.А. Жданова, выполняла боевой ремонт кораблей Балтийского флота, выпускала оружие и боеприпасы, ни на минуту не останавливала работу.

Во второй половине XX в. именно со стапелей «Северной верфи» сошли самые новые современные корабли для ВМФ РФ.

Губернатор Санкт-Петербурга Георгий Полтавченко 13 ноября 2012 г. приехал поздравить коллектив завода с юбилеем. Он посетил музей предприятия, где оставил памятную запись в Книге почетных гостей, затем побывал на производственных площадках, ознакомился со строительством фрегата и двух корветов для ВМФ России.

«Главное ваше богатство – это люди, преданные своему делу работники прославленного предприятия, – отметил в своем приветствии губернатор. – «Се-

ВЕКОВОЙ ЮБИЛЕЙ ЗАВОДА «СЕВЕРНАЯ ВЕРФЬ»

*Л.Г. Кузьмин, директор по маркетингу,
И.О. Ивановский, канд. техн. наук, директор музея,
ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь»,
контакт. тел. (812) 324 2914*



Губернатор Санкт-Петербурга Георгий Полтавченко оставил памятную запись в Книге почетных гостей завода

верная верфь» – флагман петербургского и отечественного судостроения. Такие предприятия составляют славу нашего города».

вительные адреса губернатора Санкт-Петербурга генеральному директору «Северной верфи» Александру Ушакову и судовому трубогибщику Алфею Большаченко.

«Вашими руками создаются честь и слава Российского флота», – сказал Георгий Полтавченко.

Стоит сказать, что руководитель предприятия, назначенный на эту должность в апреле прошлого года, коренной ленинградец, пришел на завод им. А.А. Жданова в 1967 г. Начинал судовым сборщиком-достройщиком и слесарем-монтажником, затем работал мастером и старшим мастером, был главным строителем по строительству и ремонту кораблей для ВМФ и



Губернатор Санкт-Петербурга Георгий Полтавченко и генеральный директор завода «Северная верфь» Александр Ушаков осматривают эллинг предприятия

По поручению Президента РФ губернатор вручил государственные награды лучшим судостроителям. Особая благодарность прозвучала в адрес тех сотрудников, которые трудятся на заводе более 40 лет. В ходе торжественной церемонии были вручены поздра-



Губернатор Санкт-Петербурга Георгий Полтавченко вручает трудовые награды судостроителям завода

коммерческого судостроения, директором по производству. В последней ответственной должности он проработал 11 лет.

В своем ответном слове генеральный директор завода поблагодарил губернатора Санкт-Петербурга за теплые слова поздравления в адрес тружеников предприятия и отметил, что на верфи сохранилась традиция отмечать заводские праздники закладкой или сдачей новых кораблей и судов.

Эта традиция берет свое начало с первой годовщины со дня основания завода, когда в ноябре 1913 г. были одновременно заложены два легких крейсера «Адмирал Бутаков» и «Адмирал Спиридонов» и серия эскадренных миноносцев: «Капитан Изильметьев», «Лейтенант Ильин», «Капитан Белле» и «Лейтенант Дубасов». Одновремен-

но с закладкой кораблей был произведен спуск на воду спасательного судна «Волхов».

Интересно, что проект первого в отечественной истории специализированного двухкорпусного судна-спасателя подводных лодок «Волхов» был разработан еще в 1911 г. по заказу Морского Генерального Штаба. В качестве прототипа использовали германский катамаран-спасатель «Вулкан».



Спасательное судно «Волхов» (первоначальное название «Коммуны»)

Проект Путиловского завода оказался лучшим из представленных на конкурс и был принят к исполнению 25 января 1912 г. Утверждение «общих чертежей» состоялось 4 октября, а уже 12 ноября под наблюдением полковника Корпуса корабельных инженеров Н.В. Лесникова (позже его сменил полковник А.П. Шершов) началась сборка корпуса судна на стапеле.

Состояние корпуса «Волхова», изготовленного из путиловской стали, и по сей день остается почти идеальным, ржавеет и превращаются в труху железные конструкции, установленные на катамаране уже в более позднее время.

Судно «Волхов» было заложено 12 ноября 1912 г., спущено на воду 16 ноября 1913 г. и 14 июля 1915 г. вступило в строй Балтийского флота. Числилось в списках флота в классе транспортов. В связи с началом Первой мировой войны строительство спасательного судна замедлилось.

Первым командиром «Волхова» стал капитан 2 ранга Александр Якубовский. Приемный акт был подписан 1 июля 1915 г., а уже 14 июля на судне впервые был поднят Андреевский флаг. «Волхов» официально вступил в кампанию, войдя в состав дивизии подводных лодок Балтийского флота в качестве плавбазы.

Это судно – настоящий раритет судостроения XX в., упорно не желающий расставаться с морем и находящийся в строю в «полном здравии». Редко когда корабли и суда доживают до столь почтенного возраста – их разрушают море и коррозия. Но «Волхов» – случай особый, для Российского флота исключительный. Это уникальное творение путиловский корабелов, пережившее бурную эпоху революций, войн, перестроек, попыток национального обособления, и сегодня служит России под Андреевским флагом в составе Черноморского флота.

Свой 100-летний юбилей судостроительный завод «Северная верфь» отпраздновал 14 ноября торжественной закладкой головного судна тылового обеспечения «Эльбрус» пр. 23120 для ВМФ России.

Ровно 100 лет назад, 14 ноября 1912 г. (1 ноября по ст. ст.), был подписан документ об открытии Путиловской верфи как независимого судостроительного производства Общества Путиловских заводов.

Главнокомандующий ВМФ России адмирал Виктор Чирков 14 ноября 2012 г. лично принял участие в торжественной установке закладной доски на секцию нового судна тылового обеспечения пр. 23120.



Главнокомандующий ВМФ России адмирал Виктор Чирков на закладке судна тылового обеспечения «Эльбрус»

В своем выступлении главком поздравил судостроителей с юбилеем предприятия, поблагодарил его коллектив за построенные для ВМФ корабли и отметил, что уникальное судно тылового обеспечения «Эльбрус» предназначено для обеспечения погрузки, хранения, транспортировки и передачи сухих грузов на различные корабли и на берег, а также для оказания помощи экипажам кораблей и судов, терпящих бедствие. Вхождение в состав флота судов этого класса позволит в полной мере и на высоком уровне выполнять отрядами и группировками боевых кораблей в дальней океанской зоне поставленные перед ними задачи.

Суда тылового обеспечения пр. 23120 позволят существенно усилить систему

классом, что позволит повысить эффективность деятельности ВМФ России и в арктических районах. Спуск на воду головного судна намечен на 2014 г.

В дни празднования юбилея завода Почтой России были выпущены юбилейный конверт и марка и проведено праздничное спецгашение. После проведения официальной церемонии спецгашения гости получили в подарок памятные конверты с оттиском штемпеля, выпущенного к юбилею.



Юбилейные конверт и марка

К 100-летию завода была выпущена и юбилейная медаль, которой были награждены многие заслуженные судостроители верфи.



Юбилейная медаль завода

В адрес завода поступили поздравления от Правительства РФ, Законодательного Собрания Санкт-Петербурга, Главного Федерального инспектора в Санкт-Петербурге, командующих флотами России, «Рособоронэкспорта», Государственной корпорации «Ростехнологии», Федерального агентства «Рособоронпоставка», Федеральной службы «Рособоронзаказ», «Объединенной Судостроительной Корпорации», Погра-



Судно тылового обеспечения пр. 23120

обеспечения действий разнородных и межвидовых группировок на различных морских театрах как в ближней, так и в дальней морских зонах. Суда типа «Эльбрус» будут обладать высоким ледовым

начного управления ФСБ России, Ассоциации по сертификации «Русский Регистр», Российского Морского Регистра судоходства и еще более чем от двухсот предприятий и организаций. ■

26 января этого года исполнилось 160 лет со дня рождения последнего морского министра императорского флота России, генерал-адъютанта, адмирала Ивана Константиновича Григоровича. Жизненный путь адмирала И.К. Григоровича был типичным для многих династий морских офицеров России того времени.

С именем этого доблестного офицера, блестящего командира, талантливого руководителя и организатора русского флота связана та пора нашего флота, которой каждый русский морской офицер может справедливо гордиться.

В 1877 г. мичман И.К. Григорович прослушал курс артиллерийского дела в Кронштадте, в 1878 г. принял участие в русско-турецкой войне (1877–1878), будучи старшим офицером на крейсере «Забияка».

В течение последующих двух десятилетий Иван Константинович занимал ряд постов старших офицеров и командиров кораблей. В 1899 г. он назначается командиром строящегося в Тулоне эскадренного броненосца «Цесаревич», которого переводит в 1903 г. на Дальний Восток. Прибытие «Цесаревича» в Порт-Артур совпало с днями напряженных отношений с Японией, предшествовавших войне. В ночь с 7 на 8 февраля (с 26 на 27 января) 1904 г. японские миноносцы вероломно напали на стоявшую на внешнем рейде Порт-Артура русскую эскадру. В «Цесаревич» попала торпеда. Благодаря хладнокровию и распорядительности командира и офицеров поступление воды внутрь корабля было остановлено, крен с 18° уменьшен до 8°, и корабль был спасен. Иван Константинович энергично принялся за исправление полученных повреждений и, благодаря его исключительным организаторским способностям корабль вскоре занял свое место в строю. Прибывший в Порт-Артур новый командующий эскадрой, вице-адмирал Степан Осипович Макаров предложил Ивану Константиновичу занять пост начальника его штаба, но морское министерство, оценив энергичную деятельность И.К. Григоровича по ремонту «Цесаревича», предпочло назначить его командиром Порт-Артурского порта. Это назначение повлияло на всю остальную карьеру Ивана Константиновича.

Большие способности и служебные качества Ивана Константиновича были по достоинству оценены, и по окончании русско-японской войны (1904–1905) его назначают сперва начальником штаба Черноморского фло-

160 ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПОСЛЕДНЕГО МОРСКОГО МИНИСТРА ИМПЕРАТОРСКОГО ФЛОТА РОССИИ АДМИРАЛА И.К. ГРИГОРОВИЧА

С.П. Сырый, 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



та, главным командором порта императора Александра III и Кронштадта. В 1909 г. И.К. Григорович назначается товарищем морского министра.

Он, правильно оценив военно-политическую обстановку в Европе и тенденции мирового кораблестроения, настаивал на принятии расширенной кораблестроительной программы. «Русский флот должен воссоздаваться руками русских корабелов и меньше зависеть от западного импорта», – говорил он. В этом его поддерживал П.А. Столыпин, который в то время был министром внутренних дел и председателем Совета Министров России.

В обязанности товарища морского министра входили организация проектирования и строительства кораблей, а также наблюдение за их постройкой и проведение приемосдаточных испытаний. В его непосредственном подчинении находились Морской Технический Комитет (МТК), преобразованный в 1911 г. в Главное управление кораблестроения (ГУК), и казенные заводы Морского ведомства (Балтийский, Адмиралтейский, Ижорский, Обуховский и Николаев-

ское Адмиралтейство). Именно в этот период И.К. Григорович и ученый-кораблестроитель академик А.Н. Крылов, которому 15 (3) августа этого года исполняется 150 лет со дня рождения, начали совместную деятельность по воссозданию флота России. В декабре 1911 г. А.Н. Крылов был назначен «генералом для особых поручений при морском министре».

1 апреля (19 марта) 1911 г. по предложению Государственной Думы и при поддержке многих членов правительства И.К. Григорович становится во главе Морского ведомства и начинает огромную работу по восстановлению русского военного флота. Иван Константинович не боялся принимать смелые решения, беря на себя всю ответственность. На этом посту он получил возможность проявить свои знания, накопленный опыт и раскрыть свой талант. «Лишь бы все для флота было хорошо и быстро сделано», – повторял он.

Вот как контр-адмирал М.И. Смирнов (бывший начальник штаба Черноморского флота при А.В. Колчаке) характеризует момент прихода вице-адмирала И.К. Григоровича на пост морского министра: «Дело создания флота было сдвинуто с мертвой точки и пошло быстрыми шагами вперед только с конца 1910 г., когда морским министром был назначен адмирал И.К. Григорович, который в короткий срок провел реорганизацию технических и хозяйственных учреждений ведомства и установил атмосферу полного доверия между морским министерством и Государственной Думой».

«В Морском генеральном штабе (МГШ) к этому времени уже не осталось ни одного офицера, участвовавшего в разработке основ воссоздания флота в 1906 г., большинство этих офицеров находилось в плавании, и преемственность работы штаба была нарушена. Адмирал Григорович вытребовал в Петербург для работы в МГШ одного из самых способных

и энергичных офицеров, капитана 2 ранга А.В. Колчака, находившегося в плавании на Дальнем Востоке, и работа штаба опять закипала...».



А.Н. Крылов, генерал для особых поручений при морском министре

В 1912 г. А.Н. Крылов по поручению И.К. Григоровича подготовил доклад для депутатов Государственной Думы об ассигновании 500 млн. руб. на строительство флота с учетом уроков русско-японской войны. Вот как об этом пишет сам А. Крылов: «В 1912 г. я был заслуженным профессором Морской академии, в которой я тогда читал теорию корабля и дифференциальное и интегральное исчисление; вместе с тем я состоял для особых поручений при морском министре адмирале И.К. Григоровиче. Как-то Григорович вызвал меня по телефону срочно к себе и сообщил, что в Государственной Думе назначено заседание, на котором будет рассматриваться законопроект об ассигновании 500 млн. руб. на возобновление флота. На этом заседании ему надо будет прочесть доклад о необходимости этого ассигнования; составленный же Морским генеральным штабом доклад его не удовлетворяет ввиду излишней длинноты, малой понятности для неспециалистов и малой убедительности, поэтому он предложил мне как математику написать этот доклад кратко, ясно и доказательно».

В этом кратком, но хорошо аргументированном докладе, в частности, говорилось: «Законопроект о программе судостроения на ближайшее пятилетие должен придать твердую последовательность и определенность воссозданию флота и является поэтому делом первостепенной важности для государственной обороны». Законопроект был принят Думой подавляющим большинством. Бывший докладчик по делам морского бюджета в Государственной Думе Н.В. Савич отмечал: «Его (И.К. Григоровича – Прим. авт.) искренность, большой

такт, государственный ум и преданность интересам плавающего флота imponировали депутатам, его ценили и ему верили... Наиболее важные кредиты, только что вычеркнутые Государственной Думой, были ею восстановлены».

На заседании военно-морского исторического кружка, посвященного памяти адмирала И.К. Григоровича, адмирал А.И. Русин указал, «что после государя императора Николая II генерал-адъютант адмирал Григорович является следующим лицом, коему Россия обязана восстановлением флота после японской войны и приведением его в состояние боевой готовности, позволившей с честью выполнять вплоть до революции все стратегические и тактические задачи, которые легли на Российский императорский флот во время войны 1914–1917 годов».

Будучи по натуре властным, адмирал И.К. Григорович, тем не менее, отказался от значительной доли своей власти и реализовал проект преобразования МГШ. В соответствии с ним начальники морских сил в Балтийском и Черном морях и командующий Сибирской флотилией становились и в мирное время полновластными распорядителями и хозяевами портов, судов и личного состава. С объявлением мобилизации и войны те же чины флота оставались на своих постах и выполняли все то, к чему готовились в мирных условиях. А.И. Русин вспоминал: «Так, дней за шесть до войны (1914) адмирал Эссен прибыл на миноносце в С.-Петербург, имел со мною как начальником МГШ примерно полуторачасовой разговор, затем мы вместе поехали к морскому министру И. Григоровичу, где в течение двух-трех часов все выяснили, обо всем договорились. Адмирал Эссен имел план военных действий, составленный МГШ и утвержденный государем императором. По этому плану все подробности были разработаны адмиралом Эссенем и его штабом, оставалось только приводить их в исполнение с объявлением мобилизации и войны».

Установив атмосферу взаимного доверия между Морским ведомством и Думой, адмирал Григорович принял за реорганизацию технических и хозяйственных учреждений министерства, разработку и выполнение судостроительной программы и, выдвигая всюду деятельных и энергичных людей, обязал русские промышленные круги переоборудовать старые и создать новые заводы. Он имел смелость взять на себя ответственность дать заказы на постройку судов Чер-

номорского флота еще не существовавшим заводам, проявлял заботу и о коммерческом флоте.

Генерал-адъютант Григорович был человеком крупного общегосударственного масштаба, его имя называли в качестве единственного кандидата на пост Председателя Совета Министров, но Иван Константинович наотрез отказывался от этого предложения: «Моя специальность – флот и только флот». Главой правительства был назначен министр путей сообщения А.Ф. Трепов. По этому поводу адмирал А.Русин высказал мнение: «Неубедительно высказывать то или другое предположение, но я при всем моем глубоким уважении к памяти покойного А.Ф. Трепова не могу отказаться от мысли, что если бы Иван Константинович был назначен Председателем Совета Министров, та роковая ужасная революция была бы избегнута. Благодаря своему громадному такту и врожденной мягкости в сношениях, быть может, он сумел бы умиротворить враждебные императорскому правительству политические течения в Государственной Думе и обществу, разрушить дикие, нелепые сплетни и толки про царскую семью и направил бы враждебные настроения, искусственно возбужденные, в русло справедливых разрешений всех острых наболевших вопросов. Иван Константинович не выпустил бы руля из своих рук, не ушел бы с поста Председателя Совета Министров, а Государь Император Николай II не уволил бы его, видя в нем честного, преданного слугу царю и Родине. Этим была бы избегнута и частая роковая смена кабинета министров. Удивительно прямые безукоризненные отношения существовали между И. Григоровичем и членами разных политических оттенков Государственной Думы: преисполненная достоинством и благородством личность генерал-адъютанта адмирала Григоровича внушала большое к себе уважение и доверие (без какого-либо заискивания со стороны Ивана Константиновича, хотя бы и для пользы общегосударственной). Все это, при совокупности выдающихся черт характера его, и дает мне основание к вышеуказанному мною предположению».

Мировая война 1914–1918 гг. стала тяжелым экзаменом для флотов всех воюющих держав. Особенно тяжелой она оказалась для нашего флота, пережившего разгром русско-японской войны, и для флота самого мощного из наших противников – германского, который только что начал свое существование, не имея за собой никакого прошлого. И есть что-то непостижимо

общее в трагической судьбе русского и германского флотов. Оба, не будучи побежденными, погибли: один был сметен огнем революционного пожара, испепелившего всю страну, другой разделил бесславную судьбу своего побежденного собрата – армии.

Есть что-то трагически общее и в судьбе руководителей этих флотов – адмирала Тирпица и адмирала Григоровича. Оба были мозгом и сердцем своих флотов, инстинктивно угадали в своих помощниках и сотрудниках героев духа, героев войны, своими действиями вписавших страницы славы. Тирпицом был выдвинут адмирал Шеер, Григоровичем – адмиралы Эссен и Колчак.

Заслуга Ивана Константиновича, пожалуй, более весома, поскольку он был призван на свой ответственный пост лишь за четыре года до начала войны (Тирпиц возглавлял к этому моменту военное ведомство в течение 17 лет). Принимаясь за возрождение российского флота, он не имел и тех технических возможностей, какие имел в промышленной Германии Тирпиц.

И.К. Григорович встал во главе Морского ведомства, допустившего ряд крупнейших ошибок, в момент острого спора этого ведомства с законодательными органами. Нужны были глубокий такт, пронзительный ум и непоколебимая твердость, чтобы перебороть сопротивление собственного ведомства, провести необходимые реформы, наладить отношения с Государственной Думой и в кратчайший срок в этих тяжелых условиях создать силы, способные противостоять военной угрозе, глухие раскаты которой уже чувствовались в воздухе – приближалась Первая мировая война. В том, что эти силы выдержали с честью грозу – наилучшая оценка деятельности на этом высоком посту адмирала Григоровича.

После революции И.К. Григорович отошел от министерских дел. На этом посту его сменил 3 марта 1917 г. недавний оппонент при прохождении Малой судостроительной программы в Думе А.И. Гучков. Приказом № 14 от 31 марта 1917 г. член Государственного Совета адмирал Григорович был уволен от службы «по расстроенному здоровью, с мундиром и пенсией», все хлопоты о назначении которой тогда остались безрезультатными.

После Октябрьской революции И.К. Григорович перешел на сторону советской власти в отличие от многих бывших сослуживцев, эмигрировавших из России. В сентябре 1918 г. приказом по флоту и Морскому ведомству Иван Константинович был включен в состав созданной при Морской академии Морской исторической комиссии (Морискома) по исследованию опыта войны на море 1914–1918 гг. Эта работа в качестве научного сотрудника давала ему возможность получать скудный продуктовый паек. Но здоровье Ивана Константиновича ухудшалось. На помощь ему пришел А.Н. Крылов. Холодной зимой 1920 г. он забрал к себе на квартиру на Каменноостровском проспекте, 58 старого большого адмирала. По существу, А.Н. Крылов, который в 1919–1920 гг. был начальником Военно-морской академии, спас своего давнишнего друга от голодной смерти и холода, не побоявшись возможных последствий за дружбу с бывшим царским морским министром. Позже Иван Константинович работал старшим архивариусом в Морском архиве (ныне – РГАВМФ).

Имея возможность в начале революции выехать за границу, Иван Константинович счел своим долгом остаться в России, чтобы дать разъяснения по всем возможным вопросам о работе императорского правительства. Лишь в 1924 г. престарелому адмиралу с большим трудом удалось выбраться за границу, на юг Франции и поселиться в Ментоне. Офицерами русского императорского флота, находившимися за рубежом, он был признан главой русского морского зарубежья. Несмотря на риск подвергнуть печальной участи своих близких, оставшихся в России, Иван Константинович согласился на это. Он живо интересовался жизнью морской эмиграции, радовался объединению в морской сфере и подъему интереса к военно-морским знаниям. Ко дню храмового праздника Морского корпуса адмирал Григорович обратился на страницах зарубежной морской печати с приветствием к находившимся за рубежом офицерам Российского флота, в котором завещал: «Будьте нераздельно дружны между собой, пусть наша морская семья и ее старые и молодые члены будут примером и для

других объединений, как это было всегда раньше во флоте и как это должно быть. Храни Вас всех Господь!».

За рубежом пронесся слух, что над его близкими нависла угроза репрессий, если он не вернется в Россию. Этот слух настолько взволновал престарелого адмирала, что с ним случился сердечный приступ, от которого он не смог оправиться. Иван Константинович скончался 3 марта (18 февраля) 1930 г. в возрасте 77 лет. Его прах был захоронен в Ментоне на частном кладбище.

Через 75 лет, 26 июля 2005 г., как и желал Иван Константинович, его останки были захоронены рядом с любимой женой Марией Николаевной в фамильном склепе Никольского кладбища Троицкой Александро-Невской лавры в Санкт-Петербурге.

Построенные по проектам А.Н. Крылова, И.Г. Бубнова, К.П. Боклевского и других ученых-кораблестроителей боевые корабли прошли долгую жизнь. Многие из них приняли участие в Великой Отечественной войне: 100% линкоров, построенных в период 1909–1917 гг., 40% крейсеров, 30% эскадренных миноносцев. Огромная заслуга в этом принадлежала в первую очередь морскому министру адмиралу И.К. Григоровичу и его сподвижникам, в числе которых был и А.Н. Крылов.

18 декабря 2010 г. на Калининградском судостроительном заводе «Янтарь» был заложен фрегат «Адмирал Григорович» для Черноморского флота РФ. Крестной матерью фрегата была внучка адмирала И.К. Григоровича Ольга Владимовна Петрова. Фрегат планируется ввести в строй в этом году.

Все, кому дорога слава Андреевского флага, никогда не забудут стойкого патриота, высокоталантливого государственного деятеля, беззаветного труженика и блестящего деятеля, министра императорского флота России, адмирала Ивана Константиновича Григоровича.

Этой статьей журнал завершает серию публикаций, посвященных морским министрам императорского флота России, их роли в его развитии. ■

МОРСКИЕ МИНИСТРЫ ИМПЕРАТОРСКОГО ФЛОТА РОССИИ



Н.С. Мордвинов
1802



П.В. Чичагов
1803 - 1811



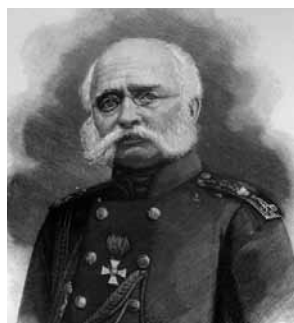
П.И. де Траверсе
1811 - 1827



А.В. фон Моллер
1828 - 1836



А.С. Меншиков
1837 - 1855



Ф.П. Врангель
1855 - 1857



Н.Ф. Метлин
1857 - 1860



Н.К. Краббе
1860 - 1876



С.С. Лесовский
1876 - 1880



А.А. Пещуров
1880 - 1882



М.А. Шестаков
1882 - 1888



Н.М. Чихачев
1888 - 1896



П.П. Тыртов
1896 - 1903



Ф.К. Авелан
1903 - 1905



А.А. Бирилев
1905 - 1907



И.М. Диков
1907 - 1909



С.А. Воеводский
1909 - 1911



И.К. Григорович
1911 - 1917

1 февраля 2013 г. в Екатерининском зале Государственного музея-заповедника «Царское Село» г. Пушкина прошла 39-я ассамблея Санкт-Петербургского Морского Собрания, посвященная 103-й годовщине со дня его основания и 70-летию разгрома советскими войсками немецко-фашистских войск в Сталинградской битве.

Каждого прибывающего на ассамблею на входе в Екатерининский зал дворца встречали председатель МС Н.В. Орлов и генеральный директор

39-Я АССАМБЛЕЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО МОРСКОГО СОБРАНИЯ

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



ГМЗ «Царское Село» почетный член СПб МС О.В. Таратынова. Торжественность события подчеркивал своей игрой прекрасный оркестр. Участники ассамблеи осмотрели выставочные экспозиции дворца и янтарную комнату, посмотрели документальный фильм, посвященный Сталинградской битве. Торжественная часть мероприятия, которое открыл Н.В. Орлов, началась вносом юбилейного знаменного флага СПб МС и исполнением его гимна, после чего было представлено слово духовнику Собрания настоятелю Морского Никольского Богоявленского собора протоиерею Богдану Сойко, благословившего работу ассамблеи.

Командующий Черноморским флотом вице-адмирал А.Н. Федотенков поздравил командующего Краснознаменным Северным флотом вице-адмирала В.И. Королёва с днем рождения (до этого он был командующим Краснознаменным Черноморским флотом).



Награждение В.И. Королёва

Присутствующим был представлен новый почетный член СПб МС, командующий Краснознаменным Балтийским флотом вице-адмирал В.П. Кравчук, которому вручили диплом Почетного члена СПб МС.

Затем первым заместителем председателя Собрания адмиралом В.П. Ивановым были зачитаны приказы, в соответствии с которыми были награждены:

«за большой вклад в поддержание и развитие традиций ВМФ, проведение патриотической работы среди военнослужащих, курсантов и допризывной молодежи, помощи командованию ВМФ в деле воспитания личного состава, прежде всего гордости к флоту России», холодным оружием, именным адмиральским кортиком – губернатор Санкт-Петербурга Г.С. Полтавченко;

«за высокий профессионализм, решительность и личное мужество, проявленное при ликвидации чрезвычайных ситуаций в РФ и за рубежом» орденом СПб МС «*Орденский знак*» – заместитель министра РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий генерал-полковник внутренней службы А.П. Чуприян;



Награждение А.П. Чуприяна

«за беззаветное служение МС, активное участие в решении его целей и задач, укрепление авторитета, честное и добросовестное исполнение своих служебных и производственных задач» золотыми нагрудными знаками «*За 15 лет безупречной службы*» – старшина СПб МС В.В. Мартыненко, старшина СПб МС Ю.М. Халиулин и действительный член СПб МС Ю.Г. Погнаев;

золотым нагрудным знаком «*За 10 лет безупречной службы*» – старшина СПб МС А.Ф. Савкин;

орденом «*За заслуги 1-й степени*» – почетный член СПб МС, командующий Краснознаменным Северным флотом вице-адмирал В.И. Королёв; почетный член СПб МС, командующий Краснознаменным Черноморским флотом вице-адмирал А.Н. Федотенков;



Награждение А.Н. Федотенкова

орденом «*За заслуги 2-й степени*» – действительный член СПб МС С.Г. Гумен, действительный член СПб МС В.Н. Илюхин;



Вручение премии С.П. Сирому

орденом «*За воинскую доблесть 2-й степени*» – почетный член СПб МС адмирал Н.М. Максимов, действительный член СПб МС Герой России контр-адмирал В.Н. Дронов, командир Ленинградской ВМБ капитан 1 ранга О.В. Журавлёв;

орденом «*За заслуги в морской деятельности 2-й степени*» – действительный член СПб МС контр-адмирал Н.П. Мартынов, почетный член СПб МС вице-адмирал И.В. Кудряшов;

орденом «*За трудовую доблесть 2-й степени*» – почетный член СПб МС А.Б. Миллер;

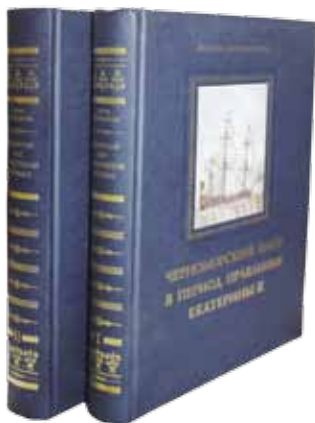
орденом «*За заслуги в морской деятельности 3-й степени*» – действительный член СПб МС С.С. Пустынников, действительный член СПб МС А.В. Лоза, действительный член СПб МС А.М. Белов и С.О. Барышников.

Впервые в соответствии с положением о проведении конкурса на соискание литературной премии СПб МС решением литературной комиссии Совета Старшин была присуждена литературная премия СПб МС С.П. Сирому и Ю.Н. Курганскому, авторам книги «*За погружением – всплытие*» с вручением им дипломов.

Председатель СПб МС Н.В. Орлов поздравил награжденных, пожелал всем крепкого здоровья, счастья, благополучия, успешной работы и службы на благо Российского государства.



После награждения все участники ассамблеи были приглашены на праздничный ужин, который завершился красочным фейерверком. ■



25 октября 2012 г. в лекционном зале Дома ученых РАН прошла презентация двухтомной монографии «Черноморский флот в период правления Екатерины II». Автор монографии – заведующая учебной лабораторией истории флота и мореплавания Санкт-Петербургского государственного морского технического университета, член военно-исторической секции Дома ученых РАН и секции истории Российского флота Санкт-Петербургского Морского Собрания, действительный член Русского географического общества, член Ученого совета СПбГМТУ и СПбГПУ им. Герцена доктор исторических наук профессор Галина Александровна Гребенщикова.

Главная цель монографии – осветить историю зарождения и стро-

ительства военно-морского флота на Черном море в эпоху царствования императрицы Екатерины II. На обширном документальном материале, хранящемся в отечественных архивах, показана динамика развития военно-морских сил на юге России, рассмотрены цели и задачи, отводимые флоту, проблемы, возникавшие на этом пути и способы их решения кабинетом Екатерины II. Значительное место отводится становлению Азовской (Донской) флотилии, ее роли на азовском и черноморском театрах военных действий в один из сложнейших периодов истории России – борьбы с Оттоманской Портой (Турцией) за Крым и влияния на крымских, кубанских и ногайских татар. Проанализированы мероприятия правительства по созданию и обустройству военно-морских баз, верфей и портов в Херсоне, Севастополе и Николаеве.

ЧЕРНОМОРСКИЙ ФЛОТ В ПЕРИОД ПРАВЛЕНИЯ ЕКАТЕРИНЫ II

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

Одно из центральных мест в монографии занимает русско-турецкая война 1787–1791 гг. и тесно связанные с ней важнейшие внешнеполитические события, рассмотренные в русле отношений России с ведущими европейскими державами – Англией, Францией, Австрией. Впервые в отечественной исторической науке широкую огласку получили документы, раскрывающие военно-политическую ситуацию в Греческом архипелаге, Адриатике, в османских владениях и Константинополе. Одновременно с событиями на средиземноморском театре проанализированы боевые операции русского и турецкого флотов на Черном море, действия флота и сухопутных сил у крепостей Кинбурна, Очакова, Измаила, у восточного побережья Черного моря (западного побережья Кавказа) и операция русских войск по взятию Анапы. ■

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 безвозмездной основе. Рецензирование этих статей осуществляет редакционная коллегия с привлечением при необходимости профильных специалистов. В случае отказа в публикации автору высылается рецензия.

Содержание журнала ежеквартально представляется на рассмотрение редакционному совету. Решение о выпуске очередного номера оформляется протоколом.

РЕФЕРАТЫ

УДК 678.026-2:621.6:621.165 Ключевые слова: полимерные композиционные материалы, гибридные полимерные композиционные материалы, углеармирующие

В.А.Булкин, Н.Н.Федюнок, А.В.Шляхтенко. Применение перспективных композиционных материалов в надводном судостроении // Морской вестник. 2013. № 1. С. 7

Проанализирован опыт использования углеармирующих материалов при создании корпусных конструкций из полимерных композиционных материалов (ПКМ). Приведено сравнение физико-механических характеристик стеклопластиков и углепластиков, показаны преимущества при использовании углепластиков в однослойной обшивке, балках набора и надстройках из трехслойного ПКМ. Ил. 3. Библиогр. 5 назв.

УДК 621.039 Ключевые слова: «Судостроительная фирма «Алмаз», малый артиллерийский корабль, пограничный сторожевой корабль, постройка

«Алмаз» подводит итоги за 2012 год // Морской вестник. 2013. № 1. С. 11

Сообщение о постройке кораблей «Махачкала» (пр. 21630), «Бриллиант», «Жемчуг», «Изумруд» (пр. 22460) для ВМФ и Пограничной службы ФСБ России. Ил. 3.

УДК 621.039.533.6:621.431 Ключевые слова: спусковой понтон, докование, CAD, CAE, ОАО «Адмиралтейские верфи».

В.Л. Летучева, А.В. Сальников, С.Н. Степанов. Инновационный подход к решению практических задач судостроения // Морской вестник. 2013. № 1. С. 12

О профессиональном использовании современных программных решений CAD и CAE систем, позволяющих решать самые разные практические задачи судостроения. Ил. 12.

УДК 658.012 Ключевые слова: КБ «Вымпел», ПО, проектирование, сроки

Д.А. Посадов, Д.В. Умяров. КБ «Вымпел» повышает стандарты качества. Опыт внедрения специализированного программного обеспечения // Морской вестник. 2013. № 1. С. 17

Знакомит с применением лицензионного программного обеспечения в целях сокращения сроков проектирования и разработки рабочей документации независимо от сроков поступления комплектующего оборудования от производителей. Ил. 1. Библиогр. 4 назв.

УДК 629.5 Ключевые слова: каюты, помещения, блок-каюты, внутренние работы, дстроечные работы.

В.М. Левшаков, А.Г. Филимонов. Система формирования помещений в общей концепции судостроения при оснащении судов и морских объектов // Морской вестник. 2013. № 1. С. 21

Приведена концепция системы формирования помещений объектов морской техники. Кратко описаны принципиальные моменты формирования и проектирования помещений и даны принципиальные организационные схемы системы формирования помещений. Ил. 6.

УДК 629.51:629.56 (73) Ключевые слова: гражданское судостроение, возрождение

Б.А. Горелик. Пути возрождения отечественного гражданского судостроения // Морской вестник. 2013. № 1. С. 26

Тезисно рассмотрены конкурентоспособность гражданского судостроения в настоящее время, в том числе состояние его подвидов – механомонтажного и трубообрабатывающего. Основное внимание уделено возможному пути возрождения гражданского судостроения.

УДК 629.5.081:621.31 Ключевые слова: ОАО «Новая ЭРА», 20-летний юбилей, история предприятия

Р.А. Урусов. ОАО «Новая ЭРА» – 20 лет // Морской вестник. 2013. № 1. С. 27

Обозначены этапы создания и развития производственного предприятия ОАО «Новая ЭРА», подведены некоторые итоги его работы за 20-летний период. Особое внимание уделено последнему десятилетию работы, во время которого предприятие расширило сферу своих интересов, вышло на новые рынки сбыта готового оборудования, выполнила ответственные заказы для энергетики, атомной и нефтегазовой промышленности. Ил. 1.

УДК 629.5.067 Ключевые слова: магнитное поле, система размагничивания

Б.Ю. Семенов. Новый век систем размагничивания: Современное состояние и перспективы развития аппаратуры для систем компенсации магнитных полей корабельных корпусных конструкций разработки и производства ОАО «НПФ «Меридиан» // Морской вестник. 2013. № 1. С. 29

Рассмотрены вопросы обеспечения безопасности надводных кораблей и подводных лодок с помощью современных систем размагничивания. Представлена ретроспектива создания современной системы размагничивания типа АМК-51. Приведены сведения о перспективном оборудовании, в том числе разрабатываемом в рамках инновационной работы по федеральным целевым программам. Ил. 8.

УДК 004.414.28: 629.584 Ключевые слова: гидролокатор, многолучевой эхолот (МЛЭ), охрана водного района

Р.А. Андреев, А.С. Шиянов, Ю.А. Богачев, А.О. Попко. Использование современного гидролокатора секторного обзора и многолучевого эхолота для нужд охраны водного района // Морской вестник. 2013. № 1. С. 33

Приведены результаты испытаний современного гидролокатора секторного обзора и многолучевого эхолота «SeaBat 7125 (28 Combo) датского производства. Целью испытаний было установление возможности использования данного оборудования для поиска донных и якорных мин, обнаружения боевых пловцов, поиска установленных на подводную часть судна взрывных устройств. Испытания показали, что использование МЛЭ перспективно для поиска донных мин и охраны водного района от проникновения подводных диверсионных сил и средств при комплексном подходе к оборудованию района. Ил. 4. Т. 2.

УДК 621.43 Ключевые слова: установка гарантированного электропитания, реверсивный преобразователь электроэнергии, математическое моделирование

И.О. Пруткин, В.В. Камлюк, В.И. Михайлов, А.В. Макавеев. Математическое моделирование, расчет параметров и режимов работы реверсивного преобразователя электроэнергии в составе установки гарантированного электропитания автономного объекта // Морской вестник. 2013. № 1. С. 37

Рассмотрена математическая модель установки гарантированного электропитания автономного объекта на базе совместного применения дизель-генераторной установки и реверсивного преобразователя электроэнергии. При моделировании использован раздел Sim Power Systems пакета Simulink программы Matlab. Полученные динамические характеристики предложено использовать в расчетах структуры и параметров работы установок гарантированного питания с реверсивными преобразователями электроэнергии. Ил. 5. Библиогр. 4 назв.

УДК 621.311 Ключевые слова: единая судовая электроэнергетическая система, бес-трансформаторная гребная электрическая установка, синхронный генератор, преобразователь частоты, двенадцатипульсный выпрямитель

А.Н. Калмыков, В.И. Кузнецов, А.П. Сеньков, Л.Н. Токарев. Судовые бестрансформаторные гребные электрические установки // Морской вестник. 2013. № 1. С. 40

Проанализированы схемы единых электроэнергетических систем современных судов с трансформаторами в цепи питания гребных электродвигателей. Показаны преимущества схем судовых электроэнер-

гетических систем с бестрансформаторными гребными электрическими установками, в которых используются синхронные генераторы, содержащие несколько трехфазных обмоток. Ил. 4. Библиогр. 5 назв.

УДК 629.123.004 Ключевые слова: подъемно-транспортное оборудование, безопасность, нерегулярное волнение, качка, система слежения, груз, судно, море

И.Н. Васильев, Д.В. Суслов. Принципы уточнения динамических воздействий на подъемно-транспортное оборудование при подъеме груза с воды в условиях нерегулярного волнения // Морской вестник. 2013. № 1. С. 44

Выполнен анализ динамических процессов, возникающих при работе подъемно-транспортного оборудования в условиях нерегулярного волнения, с использованием систем слежения. Т.1. Ил. 3. Библиогр. 3 назв.

УДК 629.5.015.4 Ключевые слова: судовой насос, трубопроводная система, параллельная, последовательная, комбинированная работа насосов на трубопроводе, аналитическое описание и гидромеханическая модель грузобалластных операций судов

Н.М. Подволоцкий. Гидромеханические модели работы судовых центробежных насосов на трубопроводную сеть // Морской вестник. 2013. № 1. С. 47

Предложен метод аналитического описания работы судовых центробежных насосов на трубопроводную систему как более прогрессивный и имеющий преимущество по сравнению существующим графическим методом исследования – учет большего числа конструктивных и эксплуатационных факторов, более наглядная форма представления результатов расчета и их анализа. Рассмотрены различные варианты работы грузовых насосов танкеров, перекачивающих груз на берег. Особое внимание уделено возможным способам подключения насосов к трубопроводной системе, к которым отнесены параллельное, последовательное и параллельно-последовательное в различных режимах. Предложенные гидромеханические модели работы судовых насосов на трубопроводную сеть являются основными при моделировании грузобалластных операций, которые будут способствовать повышению качества проектирования и эксплуатации современных судов. Ил. 10. Библиогр. 4 назв.

УДК Ключевые слова: воздушно-дыхательный аппарат, шланговый дыхательный аппарат, характеристики, производство

А.А. Брызгалин. Уникальные воздушно-дыхательные аппараты для водолазов // Морской вестник. 2013. № 1. С. 53

Знакомит с новыми разработками предприятия «Респиратор» в составе холдинга «Авиационное оборудование» ГК «Ростех» – воздушно-дыхательным аппаратом АВМ-15 и шланговым дыхательным аппаратом ШАП-Р. Приведены основные характеристики и обозначены области применения. Ил. 3.

УДК 621.774.63:629.5 Ключевые слова: диагностирование, механизмы, параметры силового взаимодействия, дифференцированные нормы центровки.

Н.В. Петров. Безразборное диагностирование центровки по параметрам силового взаимодействия механизмов // Морской вестник. 2013. № 1. С. 55

Предложена математическая модель для безразборного диагностирования центровки по параметрам силового взаимодействия механизмов. Обоснована возможность косвенного определения параметров силового взаимодействия посредством измерения углов поворота и прогибов валов.

Рекомендуется с целью исключения необоснованных затрат на восстановление центровки применять дифференцированные нормы для постройки и эксплуатации судна. Ил. 4. Библиогр. 4 назв.

УДК 623.746:629.7.018 Ключевые слова: методы имитации, системы мониторинга, многоспектральные системы

Ю.Ф. Подоплекин, А.А. Кулагин, С.С. Поповцев. Методы имитации объектов мониторинга при испыта-

ниях многоспектральных систем // *Морской вестник*. 2013. № 1. С. 58

Проанализированы методы имитации оптических сигналов, ИК-объектов, изображения объектов. Предложен метод полунатурного моделирования, который позволяет моделировать работу радиолинии и достаточно точно оценивать ее основные комплексные параметры в процессе проведения стендовой обработки до начала натурной обработки испытаний в составе управления БЛА. Ил. 2. Библиогр. 6 назв.

УДК 621.314 **Ключевые слова:** тренажерные системы, бортовое оборудование и системы, судовая информационно-справочная система

«Транзас» в 2012 году // *Морской вестник*. 2013. № 1. С. 60

Знакомит с итогами работы группы компаний «Транзас» в 2012 г., многие разработки которой стали событием года. В их числе – суперсовременный учебно-тренажерный центр ОАО «Совкомфлот», уникальный научно-исследовательский тренажерный комплекс, включающий в себя два комплексных тренажера – «Универсал» и «Взаимодействие». Особый раздел знакомит с этапами создания бортового оборудования и систем. Ил.10.

УДК 681.518 **Ключевые слова:** контроль, комплексная обучающая система, оператор, обучающийся, эталон, ошибка, операция, информация

В.В. Кобзев, А.Д. Лямкин, В.К. Позняк, Д.К. Шилов. Автоматизированный контроль работы оператора в комплексной обучающей системе // *Морской вестник*. 2013. № 1. С. 66

Предложен подход к разработке автоматизированного контроля работы оператора в комплексной обучающей системе, основанный на принципе эталона.

Разработаны табличные формы представления исходной информации на рабочих местах оператора и руководителя обучения, которые позволяют идентифицировать ошибки обучающегося в ходе операции управления путем сравнения ее с эталонной. Т. 3. Ил. 2. Библиогр. 3 назв.

УДК 061.43:623.819 **Ключевые слова:** электростатические измерения, прибор, диэлектрическая релаксация, пожаровзрывобезопасность, топливо

Г.И. Авербух, А.В. Бурдуков. Измеритель постоянной времени релаксации объемного заряда углеводородов // *Морской вестник*. 2013. № 1. С. 71

Одним из основных условий эксплуатации танкеров, цистерн, транспортирующих газовый конденсат и углеводородное топливо, в частности, при операциях перекачки, является их пожаровзрывобезопасность. Для ее обеспечения необходимо правильно рассчитывать скорость передвижения топлива по трубопроводу. Для планирования стратегии перекачки необходимо знание специфических параметров топлива, прежде всего постоянной времени диэлектрической релаксации объемного заряда. О приборе, предназначенном для измерения данных параметров, а также схематических решениях, использованных в ходе его создания, идет речь в данной статье. Т.1. Ил.5. Библиогр. 4 назв.

УДК 614.8.069: 614.849: 629.039.58 **Ключевые слова:** коррозия, статическое электричество, жидкие углеводороды, техногенная безопасность

М.А. Симонова, А.В. Иванова, Р.Р. Гарифулин. Электрофизический метод снижения техногенной опасности // *Морской вестник*. 2013. № 1. С. 74

Рассмотрены проблемы техногенной опасности транспортировки органических жидкостей. Отмечено, что при воздействии переменного частотно-модулированного электрического сигнала на объект защиты скорость коррозии в агрессивных средах снижается. В свою очередь, при воздействии данного сигнала на жидкие углеводороды снижается их вязкость и электризация. Электрофизический способ позволяет снизить вероятность аварий и чрезвычайных ситуаций при транспортировке нефтепродуктов водным транспортом. Т. 3. Ил. 5. Библиогр. 7 назв.

УДК 551. 48 **Ключевые слова:** навигационно-гидрографическое обеспечение (НГО), Единая государственная гидрографическая служба (ЕГГС), нормативная правовая база, опыт ведущих морских держав

П.Г. Бродский, А.Ф. Зеньков, Ю.В. Румянцев. О создании Единой государственной гидрографической службы Российской Федерации // *Морской вестник*. 2013. № 1. С. 78

Изложены принципиальные взгляды авторов на необходимость создания ЕГГС в ведении Минтранса России. Приведены результаты анализа нормативной правовой базы в области НГО, распределения ведомственной ответственности по выполнению работ

и услуг в данной области, опыта ведущих морских держав и наиболее значительные задачи системы НГО государства.

На основе выполненных оценок предложены организационные подходы и положения, которые необходимо учитывать при создании ЕГГС РФ.

УДК 656.6.08 **Ключевые слова:** нефтегазовые месторождения, безопасность мореплавания, гидрометеорологическое обеспечение, установление путей движения судов, региональные системы управления движением судов, виртуальные средства навигационного оборудования, е-навигация

С.П.Алексеев, Ю.В.Румянцев, А.Н.Лукин. Особенности морской транспортной системы в Восточной Арктике // *Морской вестник*. 2013. № 1. С. 80

Представлены предложения по совершенствованию навигационно-гидрографического обеспечения мореплавания в морях Восточной Арктики. Предложено установить новые рекомендованные пути движения транспортных судов, судов обеспечения и кораблей с учетом интересов всех участвующих в мореплавании в данном регионе. Рассмотрены возможности использования современных и перспективных технических средств, систем и методов для решения проблем безопасности мореплавания: создание региональной СУДС с дальнейшим преобразованием ее в VTMS, использование последних инновационных и информационных разработок в этой области, включая е-навигацию и виртуальные средства навигационного оборудования. Т. 1. Ил. 5. Библиогр. 9 назв.

УДК 627.77 **Ключевые слова:** поисково-спасательная техника, технический регламент, стандарт, поисково-спасательное обеспечение, сертификация

В.Н. Илюхин, С.А. Губкин. Поисково-спасательная техника и технологии в системе технического регулирования // *Морской вестник*. 2013. № 1. С. 85

Рассмотрено одно из направлений совершенствования поисково-спасательной техники и технологий на основе проведения эффективной государственной политики технического регулирования в области обеспечения безопасности людей в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера путем унификации, стандартизации и сертификации сил и средств поисково-спасательного обеспечения морской деятельности РФ. Ил. 1.

Ключевые слова: интеллектуальная система, динамическая ситуация, безопасность мореплавания, теория катастроф

Е.П. Бураковский, П.Е. Бураковский, Ю.И. Нечаев, В.П. Прохник. Проблемы контроля динамики судна в экстремальных ситуациях на основе методов современной теории катастроф // *Морской вестник*. 2013. № 1. С. 89

Рассмотрен подход, определяющий применение бортовой интеллектуальной системы обеспечения безопасности мореплавания при контроле динамических ситуаций с использованием методов современной теории катастроф. В качестве примера такой интерпретации обсуждается одна из наиболее сложных аварийных ситуаций, связанная с гибелью танкера «Находка». Ил. 8. Библиогр. 15 назв.

УДК 534.222.2 **Ключевые слова:** киты, суда, столкновения

С.А. Бахарев, Г.П. Дремлюга, А.В. Рогожников. Почему киты становятся убийцами, или к вопросу о навигационной безопасности мореплавания // *Морской вестник*. 2013. № 1. С. 97

Проанализированы случаи столкновения китов с различными судами, а также нападений китов на яхты, прогулочные катера, скоростные пассажирские паромы, маломерные рыбопромысловые суда и др. Для обеспечения навигационной безопасности мореплавания и сохранения жизни китов, предложено использовать на каждом судне разработанную гидроакустическую систему автоматического обнаружения и вытеснения китов с курса движущегося судна. Ил. 2. УДК 629.5.01 **Ключевые слова:** суда внутреннего плавания, речные малые и круизные пассажирские суда, анализ риска, опасности, ущерб, проектирование, технические рекомендации, надежность, безопасность.

Г.В. Егоров, А.Г. Егоров. Анализ риска эксплуатации отечественных речных пассажирских судов // *Морской вестник*. 2013. № 1. С. 100

Выполнено исследование надежности отечественных речных малых и круизных пассажирских судов (ПС). Условия их эксплуатации гораздо спокойнее, чем транспортных судов. Выполнен анализ произошедших с 1983 г. по 2011 г. аварий с ПС. (всего 213 случаев). Выявлены основные опасности, приведшие

к авариям и катастрофам. Наблюдается устойчивый рост аварийности судов старше 17 лет с пиком аварий судов возрастом 24–27 лет. Даны технические рекомендации по повышению безопасности судоходства и экологической безопасности при проектировании ПС. Решение проблемы обеспечения достаточной надежности и безопасности ПС при сохранении приемлемого уровня экономической эффективности возможно только при системном подходе ко всем стадиям жизненного цикла этих судов, включая этапы классификации и требований правил, проектирования, строительства, эксплуатации, освидетельствования, ремонта и модернизации. Т. 6. Ил. 7. Библиогр. 7 назв.

УДК 629.124.791 **Ключевые слова:** судно, движение, тактика, тяжелые льды

Б.П. Ионов, Н.В. Калинина. Выбор тактики движения судов в тяжелых льдах // *Морской вестник*. 2013. № 1. С. 106

Предложена методика расчета ледовой ходкости судов в различных ледовых условиях, в основу которой положены исследования, выполненные в НГТУ им. П.Е. Алексеева. Разработан программно-аппаратный комплекс, устанавливаемый на борту ледокола. Рассмотрены его оборудование, способ размещения на судне. Экономические расчеты подтвердили целесообразность его применения. Т. 1. Ил. 5. Библиогр. 10 назв.

УДК 621.311.25.621.039 **Ключевые слова:** вооружение, живучесть, теория

Ю.И.Стекольников. Актуальность, методология и теоретические положения научных основ живучести систем корабельного вооружения // *Морской вестник*. 2013. № 1. С. 110

В концептивной форме рассмотрены положения теоретических основ живучести систем в приложении к вооружению. Учитывая, что теория живучести систем находится в стадии становления и развития, автор надеется на конструктивную дискуссию, необходимость которой очевидна. Ил. 2. Библиогр. 5 назв.

УДК 551.46.077:529.584 **Ключевые слова:**

И.В. Кожемякин, К.В., Рождественский В.А. Рыжов, А.В. Смольников, Е.И. Татаренко. Подводные глайдеры: вчера, сегодня, завтра (часть 1) // *Морской вестник*. 2013. № 1. С. 113

Дана оценка современного состояния и перспектив развития технологии подводных глайдеров (ПГ) – автономных необитаемых подводных аппаратов, движущихся посредством изменения плавучести. Подробно описаны технические особенности наиболее апробированных ПГ первого поколения, имеющих конфигурацию тел вращения с крыльями, находящихся в стадии разработки и тестирования ПГ второго поколения в виде летающего крыла, гибридных глайдеров, в которых движение осуществляется как за счет изменения плавучести, так и посредством применения движителей, а также волновых глайдеров, функционирующих в основном за счет энергии волн. Т. 3. Ил. 11. Библиогр. 10 назв.

УДК 658.012 **Ключевые слова:** инновационный проект, требования, описание, критерии оценки

Б.А. Горелик. Представление инновационных проектов: Требования к описанию и критерии оценки // *Морской вестник*. 2013. № 1. С. 117

В помощь разработчикам инновационных проектов публикуются требования к их описанию и критерии оценки, разработанные инновационным комитетом РосНТО судостроителей им. акад. А.Н. Крылова. Т. 2.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** «Северная верфь», 100-летний юбилей, история

Л.Г. Кузьмин, И.О. Ивановский. Вековой юбилей завода «Северная верфь» // *Морской вестник*. 2013. № 1. С. 121

О праздновании 100-летнего юбилея одного из старейших судостроительных предприятий города и страны – ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь», истоках его создания, первом судне постройки предприятия – спасательном судне «Волхов», несущем свою службу и поныне. Ил. 7.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** адмирал И.К. Григорович, Российский флот

С.П. Сирый. 160 лет со дня рождения последнего морского министра императорского флота России адмирала И.К. Григоровича // *Морской вестник*. 2013. № 1. С. 123

О роли адмирала И.К. Григоровича в возрождении Российского флота после русско-японской войны 1904–1905 гг., его деятельности на посту морского министра и дружбе с академиком А.Н. Крыловым. Ил.2.

39-я Ассамблея Санкт-Петербургского Морского Собрания // *Морской вестник*. 2013. № 1. С. 128

Сообщение об очередной ассамблее Морского Собрания.

V.A. Bulkin, N.N. Fedonyuk, A.V. Shlyakhtenko. Application of perspective composite materials in surface shipbuilding

Experience of use of coal-reinforcing materials in event of creation of hull structures from polymeric composite materials (PCM) is analyzed. Comparison of physical and mechanical characteristics of fibreglasses and coal plastics is given, benefits while using coal plastics in a single-layer covering are shown, beams of a set and superstructures from three-layer PCM.

«Almaz» sums up for the year 2012

The message on construction of the ships «Makhachkala» (21630), «Brilliant», «Pearls», «Emeralds» (22460) for the Navy and Border Service of Federal Security Service of the Russian Federation.

V.L. Letucheva, A.V. Salnikov, S.N. Stepanov. Innovative approach to the solution of practical tasks of shipbuilding

About professional use of modern software solutions of CAD and CAE systems, allowing to solve the most different practical problems of shipbuilding.

D.A. Posadov, D.V. Umyarov. «Vypel» design bureau raises the quality standards: Experience of implementation of the specialized software

Introduces you to using licensed software for the purpose of reducing terms of designing and development of working documentation irrespective of terms of receipt of the accessory equipment from producers.

V.M. Levshakov, A.G. Filimonov. System of forming of premises in the general concept of shipbuilding in case of a vessel and marine facilities

The concept of the system of forming of objects' marine facilities premises is given. The basic moments of forming and designing of premises are briefly described and schematic organizational diagrams of system of forming of premises are given.

B.A. Gorelik. Ways of revival of domestic civil shipbuilding

Current competitiveness of civil shipbuilding, including condition of its subspecies – mechanical and pipe assembly are briefly considered. The main attention is paid to a possible way of revival of civil shipbuilding.

R.A. Urusov. JSC «Novaya ERA» – 20 years

Stages of creation and development of production enterprise JSC «Novaya ERA» are designated, some results of its work for the 20-year period are shown. Special attention is paid to the last decade works during which the entity broadened the sphere of its interests, entered the new markets of ready equipment sales, executed responsible orders for power engineering, nuclear and oil and gas industry.

B.Yu. Semenov. New century of systems of a degaussing: Current state and prospects of development of the equipment for systems of compensation of magnetic fields of ship case designs of JSC «NPF «Meridian» development and production

Questions of safety of the surface ships and submarines by means of modern systems of a degaussing are considered. The retrospective of creation of modern system of a degaussing of the AMK-51 type is provided. Data on the perspective equipment, including the one developed within innovative work on federal target programs, are provided.

R.A. Andreyuk, A.S. Shiyayov, Yu.A. Bogachyov, A.O. Popko. Use of the combined sonar of the sector overview and multibeam sonic depth finder for needs of protection of the waterway region

Results of testing of the combined sonar of the sector overview and multibeam sonic depth finder «SeaBat 7125 (28) Combo» of the Danish production are given. A test objective was the establishment of possibility of use of this equipment for search of ground and anchor mines, detection of fighting swimmers, search of destructive devices established on underwater part of a vessel. Testing showed that use of MSDF is perspective for search of ground mines and protection of the waterway region from penetration of underwater diversionary forces and means using an integrated approach to the area equipment.

I.O. Prutchnikov, V.V. Kamyuk, V.I. Mikhaylov, A.V. Makkaveev. Mathematical modeling, calculation of parameters and operating modes of the reversible converter of the electric power as a part of installation of guaranteed power supply of autonomous object

The mathematical model of installation of guaranteed power supply of autonomous object based on joint application of diesel-generator installation and the reversible converter of the electric power is considered. When modeling, the section Sim Power Systems of a packet of Simulink of the Matlab program is used. It is offered to use the received dynamic characteristics in calculations of structure and parameters of work of installations of the guaranteed food with reversible converters of the electric power.

A.N. Kalmykov, V.I. Kuznetsov, A.P. Senkov, L.N. Tokarev. Ship transformerless rowing electric installations

Schemes of single electrical power systems of modern vessels with transformers in a power-supply circuit of rowing electric motors are analysed. Benefits of schemes of ship electrical power systems with transformerless rowing electric installations in which the synchronous generators containing some three-phase windings are used are shown.

I.N. Vasilyev, D.V. Suslov. The principles of refining of dynamic impacts on weight handling equipment in case of load lifting from water in the conditions of irregular excitement

The analysis of the dynamic processes arising during the work of weight handling equipment in the conditions of irregular excitement with use of systems of tracking is made.

H.M. Podvolotsky. Hydromechanical models of operation of ship centrifugal pumps for pipe network

The method of the analytical description of operation of ship centrifugal pumps on a pipeline system is offered as more progressive and having a benefit in comparison with an existing graphic approach of research – accounting of bigger number of efficiency and operational factors, more evident form of represen-

tation of results of calculation and their analysis. Various options of operation of cargo pumps of the tankers repumping freight on the coast are considered. Special attention is paid to possible methods of connection of pumps to a pipeline system to which parallel, consecutive and parallel-serial in various modes are applied. The offered hydromechanical models of operation of ship pumps for pipe network are the main ones when modeling cargo ballast transactions of vessels which will promote improvement of quality of designing and operation of modern vessels.

A.A. Bryzgalin. Unique air and respiratory devices for divers

Acquaints with new developments of the «Respirator» company as a part of «Aeronautical equipment» holding of «Rostekh» state corporation – the air and respiratory device AVM-15 and the hose respiratory device SHAP-R. The main characteristics are provided and scopes are designated.

N.V. Petrov. In-place diagnosing of centering on parameters of power interaction of mechanisms

The mathematical model for in-place diagnosing of centering on parameters of power interaction of mechanisms is offered. Possibility of indirect determination of parameters of power interaction by means of measurement of angles of rotation and deflections of shaft is proved.

It is recommended for the purpose of an exception of unreasonable costs for recovery of centering to apply the differentiated regulations to construction and vessel operation.

Yu.F. Podoplekin, A.A. Kulagin, S.S. Popovtsev. Methods of imitation of objects of monitoring when testing multispectral systems

Methods of imitation of optical signals, IR-objects, images of objects are analysed. The method of semi-natural modeling which allows to model work of the radio line and rather precisely to estimate its key complex parameters in the course of carrying out bench handling prior to natural handling of testing as a part of UAV (unmanned aerial vehicle) management is offered.

«Tranzas» in 2012

Acquaints with results of work of «Tranzas» group of companies in 2012 many developments of which have become an event of the year. Among them – the up-to-date educational and training center JSC «Sovcomflot», the unique research training complex including two complex exercise machines – «Universals» and «Zaimzomedystvuye». The special section acquaints with stages of creation of the onboard equipment and systems.

V.V. Kobzev, A.D. Lyamkin, V.K. Poznyak, D.K. Shilov. The automated control of work of the operator in complex training system

Approach to development of the automated control of work of the operator in the complex training system based on the principle of a standard is offered.

Tabular forms of submission of initial information on workplaces of the operator and the head of training which allow to identify errors of the management trained during transaction by comparing it to the reference are developed.

G.I. Averbukh, A.V. Burdukov. Measuring instrument of a constant of relaxation time of hydrocarbons volume charge

One of the main service conditions of using of tankers, tanks transporting gas condensate and hydrocarbonic fuel, in particular, in case of pumping operations, is their fire and explosion safety. For its provision it is necessary to calculate correctly the speed of movement of fuel in the pipeline. For planning of strategy of pumping it is needed to know specific parameters of fuel, in particular, the constant of time of a dielectric relaxation of a volume charge. In this article we can read about the device intended for measurement of these parameters, and also about the circuitry decisions used during its creation.

M.A. Simonova, A.V. Ivanov, R.R. Garifulin. Electrophysical method of decrease of technogenic danger

Problems of technogenic danger of transportation of organic liquids are considered. It is noted that in case of impact of a variable frequency-modulated electric signal on object of protection corrosion speed in hostile environment decreases. In turn, in case of impact of this signal on liquid hydrocarbons their viscosity and electrization decreases. The electrophysical method allows to reduce probability of accidents and emergency situations when transporting oil products by water transport.

P. G. Brodsky, A.F. Zenkov, Yu.V. Rumyantsev. About creation of Single state hydrographic service of the Russian Federation

Basic opinions of authors concerning the need of creation of Single State Hydrographic Service (SSHS) under the authority of the Ministry of Transport of the Russian Federation are stated. Regulatory legal base analysis results in the field of Navigation and Hydrographic Provision (NHP), distributions of departmental responsibility on performance of works and services in this field, experience of leading sea powers and the most considerable tasks of system of Navigation and Hydrographic Provision (NHP) of the state are given.

On the basis of the executed estimates organizational approaches and provisions which need to be considered in case of EGGS Russian Federation creation are offered.

On the basis of the executed estimations of organizational approaches and provisions which need to be considered in case of SSHS Russian Federation creation are offered.

S.P. Alekseev, Yu.V. Rumyantsev, A.N. Lukin. Features of sea transport system in East Arctic

Suggestions for improvement of navigation and hydrographic ensuring navigation in the seas of East Arctic are provided. It is offered to establish new recommended ways of movement of delivery vessels, support vessels and ships taking into account interests of all participating in navigation in this region. Possibilities of use of modern and perspective technical means, systems and methods for the problem resolution of safety of navigation are considered: creation of regional Vessel Tracking Management System with its further transformation to VTMS, use of the last innovative and information developments in this area, including e-navigation and virtual means of navigation equipment.

V.N. Ilyukhin, S.A. Gubkin. Search and rescue equipment and technologies in system of technical regulation

One of the directions of enhancement of search and rescue

equipment and technologies on the basis of carrying out an effective state policy of technical regulation in the field of safety of people in emergency situations of natural and technogenic nature by unification, standardization and certification of forces and means of search and rescue ensuring sea activities of the Russian Federation is considered.

E.P. Burakovskiy, P.E. Burakovskiy, Yu.I. Nechaev, V.P. Prokhnich. Problems of control of dynamics of a vessel in extreme situations on the basis of methods of the modern theory of catastrophic crashes

The approach determining use of onboard intellectual system of safety of navigation in case of control of dynamic situations with use of methods of the modern theory of catastrophic crashes is considered. As an example of such interpretation, one of the most difficult emergencies connected with wreck of the «Nakhodka» tanker is discussed.

S.A. Baharev, G.P. Dremlyuga, A.V. Rogozhnikov. Why whales become murderers, or to a question of navigation safety of seagoing

Cases of collision of whales with various vessels, and also attacks of whales on yachts, walking motor boats, high-speed passenger ferry boats, small size fishery vessels, etc. are analysed.

For ensuring navigation safety of seagoing and preserving life of whales, it is offered to use on each vessel the developed hydroacoustic system of automatic detection and forcing out of whales from a route of a moving vessel.

G.V. Egorov, A.G. Egorov. Risk analysis of operation of domestic river passenger crafts

Research of reliability of the domestic small river vessels and cruise passenger crafts (PC) is executed. Conditions of their operation are much simpler, than those of delivery vessels. The analysis of accidents with PS from 1983 to 2011 is made (all in all 213 cases). The main dangers which have led to accidents and catastrophic crashes are revealed. The stable growth of accident rate of vessels more than 17 years old with peak of accidents of vessels of 24-27 years of age is observed. Technical recommendations about increase of safety of navigation and ecological safety are made when designing PC. The problem resolution of ensuring sufficient reliability and safety of PC when preserving acceptable level of cost efficiency is possible only in case of system approach to all stages of lifecycle of these vessels, including stages of classification and requirements of rules, designing, constructions, operation, surveys, repair and upgrade.

B.P. Ionov, N.V. Kalinina. Choice of tactics of movement of vessels in heavy ices

The method of calculation of ice performance of vessels in various ice conditions which is based on researches in Nizhny Novgorod State Technical University of R.E. Alekseev is offered. The soft hardware complex (SHC) established on board the ice-breaker ship is developed. Its equipment, placement method on a vessel are considered. Economic calculations confirmed feasibility of its application.

Yu.I. Stekolnikov. Relevance, methodology and theoretical provisions of scientific bases of survivability of ship weapon systems

In a concise form provisions of theoretical bases of survivability of systems in addition to weapon are considered. Considering that the theory of survivability of systems is in a formation and development stage, the author hopes for the constructive discussion the need for which is obvious.

I.V. Kozhemyakin, K.V. Rozhdstvenskiy, V.A. Ryzhov, A.V. Smolnikov, E.I. Tatarenko. Underwater gliders: yesterday, today, tomorrow (part 1)

The assessment of a current state and prospects of development of technology of the underwater glider (UG) – the autonomous uninhabited submersibles moving by means of change of buoyancy is given. Technical features of the most approved PG of the first generation having a configuration of bodies of rotation with wings (TVK), being in a stage of development and testing of PG of the second generation in the form of the flying wing (FW), hybrid glider in whom movement is performed both at the expense of buoyancy change, and by means of use of propellers, and also the wave glider (WG) functioning generally at the expense of energy of waves are in detail described.

The assessment of a current state and prospects of development of technology of the underwater glider (UG) – the autonomous uninhabited submersibles moving by means of change of buoyancy is given. Technical features of the most approved UG of the first generation having a configuration of bodies of rotation with wings (BRW), being in a stage of development and testing of UG of the second generation in the form of the flying wing (FW), hybrid gliders in which movement is performed both at the expense of buoyancy change, and by means of use of propellers, and also the wave gliders (WG) functioning generally at the expense of energy of waves are described in detail.

B.A. Gorelik. Submission of innovative projects: Requirements to the description and criteria of an assessment

For the innovative projects developers' help, requirements to their description and the criteria of an assessment developed by innovative committee of Russian Scientific and Technical Society of shipbuilders of academician A.N. Krylov are published.

L.G. Kuzmin, I.O. Ivanovsky. The age-old anniversary of the plant «Severnaya Verf»

About the celebration of the 100-year anniversary of one of the oldest shipbuilding enterprises of the city and the country – JSC «Shipbuilding plant «Northern shipyard», the Sources of its creation, the first ship-building enterprise – rescue ship «Volkhov», carrying their service today.

S.P. Siry. 160 years since the birth of the last sea minister of imperial fleet of Russia, about I.K. Grigorovich's role

About a role of the admiral of I.K. Grigorovich in revival of the Russian fleet after a Russo-Japanese war of 1904-1905, his activities on a post of the sea minister and friendship with academician A.N. Krylov.

39th Assembly of the St. Petersburg Sea Meeting
Message on the next assembly of Sea Meeting.