

# Морской Вестник

№2(18)  
2006

*Morskoy Vestnik*



Первый председатель РТО  
Андрей Иванович Дельвиг,  
сенатор,  
инженер-генерал-лейтенант

ОТДЕЛ СУДОСТРОЕНИЯ,  
МОРСКОЙ ТЕХНИКИ, АРТИЛЛЕРИИ  
И ОРУЖЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Председатели:

Михаил Михайлович Окунев,  
генерал-майор, 1866–1868



Николай Иванович Казнаков,  
адмирал, 1868–1870

**140 лет  
РУССКОМУ  
ТЕХНИЧЕСКОМУ  
ОБЩЕСТВУ**

**ВСЕСОЮЗНОЕ НАУЧНОЕ  
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ  
ОБЩЕСТВО СУДОХОДСТВА  
И СУДОСТРОЕНИЯ**

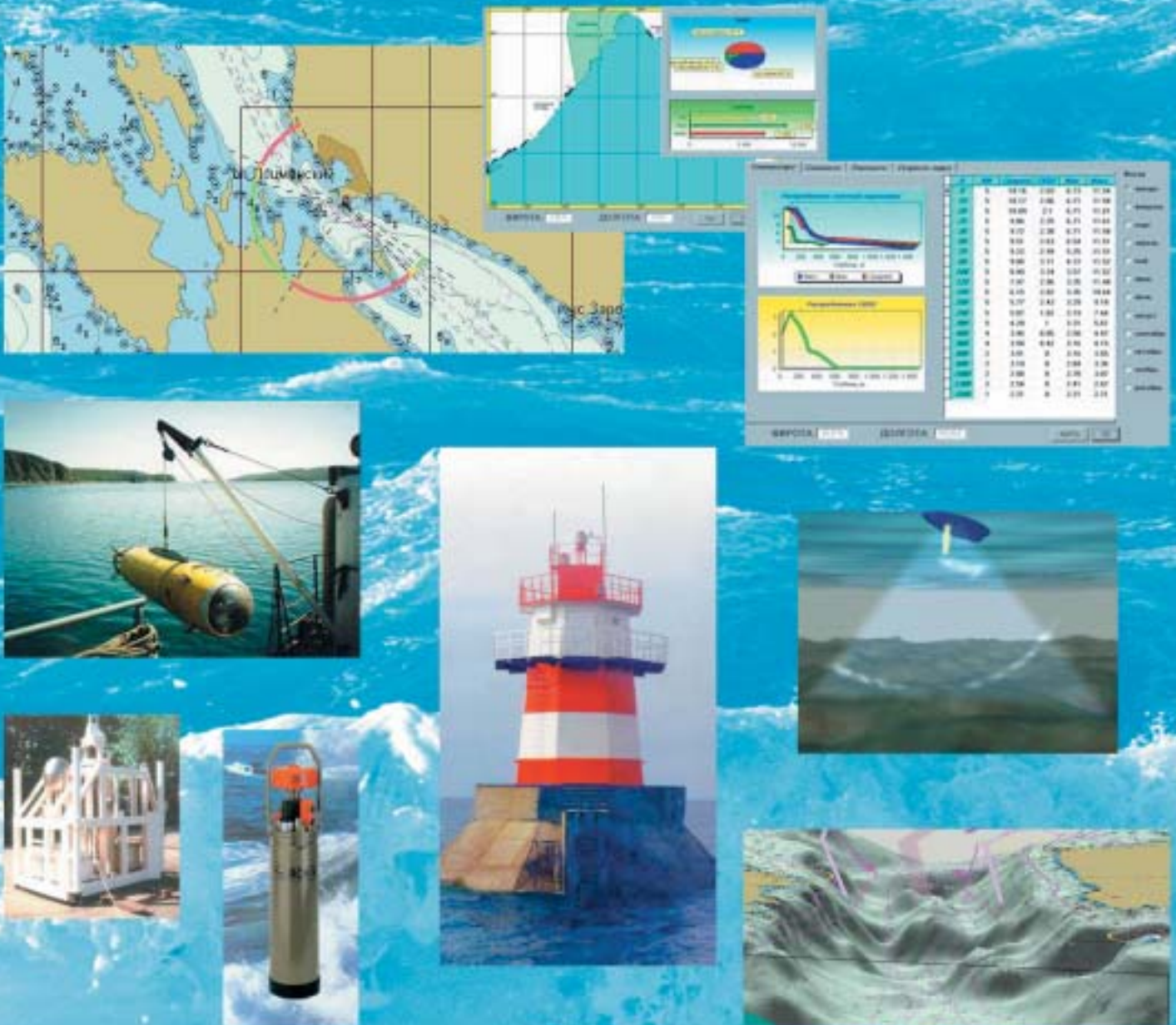


Председатель  
Алексей Николаевич Крылов,  
академик,  
Герой Социалистического Труда,  
1932–1945





**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
НАВИГАЦИОННО-  
ГИДРОГРАФИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ РОССИИ**



Россия, 199106, г. Санкт-Петербург, Кожевенная линия, д.41  
тел./факс: +7-812-322-21-13, факс: +7-812-322-33-19  
[http://: www.navy.ru](http://www.navy.ru); E-mail: [gningi@navy.ru](mailto:gningi@navy.ru)





# Современные средства воспроизводства и использования водных биоресурсов

## СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ РАЗДЕЛ

### • Судостроение • Флот рыбной промышленности

- производство судового оборудования и механизмов
- техническая эксплуатация флота
- судоремонт
- системы навигации, связи, судовая электроника
- поиск и позиционирование
- классификация, регистр, страхование,
- порты, терминалы, транспортировка
- складирование и переработка грузов
- безопасность мореплавания

[www.inrybprom.setcorp.ru](http://www.inrybprom.setcorp.ru)

20–23 июня 2006



Дирекция выставки:  
Россия, Санкт-Петербург, Ленэкспо  
тел.: +7(812) 321-26-76, 321-28-17  
факс: +7(812) 321-26-77  
e-mail: transtec-neva@setcorp.ru

International Enquiries to  
Dolphin Exhibitions Ltd, UK  
phone: +44 1449 741801  
fax: +44 1449 741628  
e-mail: info@dolphin-exhibitions.co.uk



## Редакционный совет

### Сопредседатели:

**В.Л. Александров**, генеральный директор  
ФГУП «Адмиралтейские верфи»,  
президент ЦП НТО судостроителей  
им. акад. А.Н. Крылова

**К.П. Борисенко**, ректор СПбГМУ

### Члены совета:

**С.П. Алексеев**, начальник  
ГНИНГИ МО РФ

**А.С. Бузаков**, генеральный директор  
ОАО СЗ «Северная верфь»

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

**В.В. Дударенко**, генеральный директор  
ОАО «Судпромкомплект»

**В.Н. Киреев**, начальник-главный

конструктор ЦКБ «Балтсудопроект»

**Л.М. Клячко**, директор

ФГУП ЦНИИ «Курс»

**Э.А. Конов**, директор

ООО Издательство «Мор Вест»

**Л.Г. Кузнецов**, генеральный директор

ОАО «Компрессор»

**А.О. Матлах**, генеральный директор

ООО НПО «Полярная звезда»

**Н.В. Орлов**, председатель

Санкт-Петербургского Морского собрания

**А.М. Соловейчик**, председатель Совета

директоров ОАО «Ленполиграфмаш»

**В.Ф. Суслов**, генеральный директор

ОАО «Пролетарский завод»

**В.С. Татарский**, генеральный директор

ОАО «ЭРА»

**А.Н. Тихомиров**, генеральный директор

ЗАО «Транстех Нева Эксбишнс»

**А.Б. Федотов**, генеральный директор

ОАО «Новая Эра»

**Г.Д. Филимонов**, генеральный директор

ЗАО Концерн «Мор Флот»

**В.П. Худин**, зам. генерального директора

ОАО «Системы управления и приборы»

**А.В. Шляхтенко**, начальник-генеральный

конструктор ФГУП ЦМКБ «Алмаз»

**В.Е. Юнин**, генеральный конструктор

ФГУП «Северное ПКБ»

### Редакционная коллегия

**К.Г. Абрамян**, д-р техн. наук, проф.

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

**Е.А. Горин**, д-р эконом. наук

**Е.В. Игошин**, канд. техн. наук

**Б.П. Ионов**, д-р техн. наук

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

**С.И. Логачев**, д-р техн. наук, проф.

**Ю.И. Нечаев**, д-р техн. наук, проф.

**В.С. Никитин**, д-р техн. наук, доцент

**Э.А. Паравян**, д-р техн. наук

**В.И. Поляков**, д-р техн. наук, проф.

**Л.А. Промыслов**, канд. техн. наук

**Ю.Д. Прякин**, д-р истор. 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.

**Б.А. Царев**, д-р техн. наук, проф.

## СОДЕРЖАНИЕ

### 140-ЛЕТИЕ РУССКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

**Б.И. Иванов.** Структура и основные направления деятельности  
Императорского Русского Технического общества ..... 7

**В.Л. Александров.** Роль Русского Технического общества  
и Российского НТО судостроителей им. акад. А.Н. Крылова  
в развитии отечественного судостроения ..... 10

### СУДОСТРОЕНИЕ

**Е.А. Горин.** Российское судостроение и перспективы отечественного  
флота ..... 15

К 80-летию академика РАН И.Д. Спасского ..... 27

**Л.Г. Кузьмин.** Влияние военно-технического сотрудничества на  
исполнение гособоронзаказа по строительству кораблей для ВМФ РФ ... 29

На стапелях «Судостроительной фирмы «Алмаз» заложен третий  
артиллерийский корабль проекта 21630 «Махачкала» ..... 32

### ДВИГАТЕЛИ, ОБОРУДОВАНИЕ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

**В.Ф. Суслов.** Современные технические устройства для освоения  
подводной среды Мирового океана ..... 34

**С.П. Глайхенгауз.** Надежность, качество, сроки – основные  
требования заказчика ..... 39

**А.Б. Федотов.** «Новая ЭРА» участвует в разработке нефтяных  
месторождений на суше и в море ..... 45

**В.Л. Мартынов.** Подводное телевидение в прошлом и настоящем ..... 47

**Корабел.ру** – информационно-поисковая система  
(участники раздела) ..... 49

### МОРСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

**А.В. Смольников, В.М. Журава, В.Н. Разуваев, И.В. Алешин.**  
Экологическое образование в морском техническом вузе ..... 55

К 80-летию профессора А.А. Русецкого ..... 57

### ОСВОЕНИЕ ОКЕАНА И ШЕЛЬФА

**Н.О. Адамов, Ю.В. Румянцев.** Один из возможных подходов  
к анализу и управлению рисками системы морской транспортировки  
сжиженного природного газа, обусловленных природно-климатическими  
условиями Штокмановского газоконденсатного месторождения ..... 58

### БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ

**В.П. Худин, В.Е. Салов.** Способы контроля устойчивости  
транспортного судна и повышение качества ее оценки в эксплуатации .... 66

**Б.Е. Иванов, А.М. Черненко.** Оценка степени безопасности  
плавания по фарватеру ..... 72

**В.В. Ярисов.** О необходимости корректировки правил Российского  
Морского Регистра судоходства в части устойчивости малых (до 40 м)  
рыболовных судов ..... 74





## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

**И.В. Алешин, В.К. Гончаров, В.Ю. Осадчий, И.М. Левин, Т.М. Радомысльская, Н.Ю. Клементьева, В.С. Колобков, В.В. Зеленский, Джун Ли.** Современные методы и технические средства обнаружения в толще морской среды аварийных утечек нефти из подводных трубопроводов ..... 78

## МОРСКАЯ ТЕХНИКА: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

**Н.И. Тузлукова.** К 70-летию со дня рождения профессора Ю.В. Головешкина ..... 84  
**К.Г. Абрамян.** К вопросу нормирования прочности в машиностроении ..... 85  
**А.П. Матлах.** К вопросу об эффективных способах улучшения вибрационных условий обитаемости на судах активного ледового плавания ..... 88  
**Г.Б. Крыжевич.** Динамический изгиб корпуса скоростного судна при слеминге ..... 93  
**А.В. Андрюшин.** Анализ опыта эксплуатации гребных винтов судов ледового плавания и ледоколов ..... 98  
**В.П. Иванов.** Методологическая концепция оптимизационного проектирования и эксплуатации рыболовных судов и ее обеспечение ..... 102  
**А.М. Чулков.** Модель внешней оптимизационной задачи при проектировании траулера-рыбозаводов ..... 104

## НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ

**Ю. Тарасюк, А. Хребтов.** История, которой мы гордимся ..... 108

## ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА

**Л.Г. Грабовец, И.Я. Баскаков.** Роль «Судостроительной фирмы «Алмаз» в обеспечении Краснознаменного Балтийского флота противоминными катерами (1941–1945 гг.) ..... 109  
**В.Б. Образцов.** Через историю – к возрождению ..... 112  
**И.М. Кузинец.** А.К. Назаров – конструктор подводных лодок ..... 114

## В МОРСКОМ СОБРАНИИ

**С.П. Сирый.** Историческая военно-морская конференция, посвященная 100-летию юбилею подводных сил ВМФ России ..... 117  
**С.П. Сирый.** Ассамблея Санкт-Петербургского Морского Собрания (февраль 2006 г.) ..... 119

## ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ГАЛЕРЕЯ «МОРСКАЯ СЛАВА РОССИИ»

**М.В. Матвеева.** Работы зарубежных художников-маринистов XVII-XIX вв. Из собрания Центрального военно-морского музея ..... 123

## ВЫСТАВКИ. КОНФЕРЕНЦИИ

**К.В. Рождественский.** Всемирная конференция по морским технологиям WMTC-2006 ..... 130

### Главный редактор

**Э.А. Конов**, канд. техн. наук  
 Тел.: (812) 234-8570  
 Факс: (812) 320-6674  
 E-mail: morvest@peterlink.ru  
 Http://www.morvest.korabel.ru

### Зам. главного редактора

**А.Н. Ивакин**  
 Тел.: (812) 251-1052  
 E-mail: ivakin@korabel.ru

### Редактор

**Т.И. Ильичева**

### Отдел рекламы

**В.И. Грошина**  
 Тел.: (812) 495-8144  
 E-mail: vika@korabel.ru

### Дизайн, верстка:

**Г.В. Григорьева, В.Л. Колпакова, А.А. Нарижная, И.С. Смирнова**

### 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.

### Отпечатано:

ОАО «Ленполиграфмаш»,  
 типография ООО «ЛПМ-КОНТАКТ»,  
 197376, Санкт-Петербург, наб. реки Карповки, 5  
 Тираж 1000 экз. Цена свободная

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.

### Бюллетень ВАК № 3, май 2004 г.:

«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 наук.



## Editorial Council

### Co-chairmen:

**V.I. Alexandrov**, General Director,  
FSUE Admiralty Shipyards,  
President of the Central Board of Scientific  
and Technical Association of Shipbuilders  
named after Acad. A.N. Krylov

**K.P. Borisenko**, Rector,  
SPb SMTU

### Council Members:

**S.P. Alekseev**, Chief,  
SRNHI Ministry of Defence

**A.S. Buzakov**, General Director,  
JSC SP Severnaya Verf

**V.V. Dudarenko**, General Director,  
JSC Sudpromkomplekt

**L.G. Grabovets**, General Director,  
JSC SF Almaz

**V.P. Hudin**, Deputy General Director,  
JSC Control System and Instrument

**A.B. Fedotov**, General Director,  
JSC New Era

**G.D. Filimonov**, General Director,  
JSC Concern Mor Flot

**V.N. Kireev**, Director-Chief Designer,  
ZKB Baltsudoproekt

**L.M. Klyachko**, Director,  
FSUE CNII Kurs

**E.A. Konov**, Director,  
JSC Publishing House Mor Vest

**L.G. Kuznetsov**, General Director,  
JSC Compressor

**A.P. Matlakh**, General Director,  
JSC SPA Poliarnaya Zvezda

**N.V. Orlov**, Chairman,  
St.Petersburg Marine Assembly

**A.V. Shliakhtenko**, Director-General Designer,  
FSUE ZMKB Almaz

**A.M. Soloveychik**, Chairman of the Board  
of Directors, JSC Lenpolygraphmash

**V.F. Souslov**, General Director,  
JSC Proletarsky Zavod

**V.S. Tatarsky**, General Director,  
JSC Era

**A.N. Tikhomirov**, General Director,  
JSC Transtech Neva Exhibitions

**V.E. Yukhnin**, General Designer,  
FSUE Severnoye Design Bureau

### Editorial Collegium

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

**E.A. Gorin**, D. Sc.

**E.V. Igoshin**, Ph. D.

**B.P. Ionov**, D. Sc.

**Y.N. Kormilitsin**, D. Sc., Prof.

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

**Y.I. Nechayev**, D. Sc., Prof.

**V.S. Nikitin**, D. Sc.

**E.A. Paravyan**, D. Sc., Prof.

**V.I. Polyakov**, D. Sc., Prof.

**L.A. Promyslov**, Ph. D.

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

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

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

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

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

**Y.V. Varganov**, Ph. D.

## CONTENTS

### RUSSIAN TECHNICAL SOCIETY CELEBRATES ITS 140<sup>TH</sup> BIRTHDAY

**B.I. Ivanov**. *Structure and basic directions of the Emperor Russian Technical Society's activity* ..... 7

The history of foundation and development of the Russian Technical Society, its structure in the XIX-XX centuries has been analyzed.

**V.L. Aleksandrov**. *Contribution of the Russian Technical Society and the Krylov Russian Scientific-and-Research Society of Shipbuilders into the development of Russian shipbuilding* ..... 10

The history of the Russian Technical Society's foundation and development has been considered in the article. Special attention has been paid to problems that the Russian Scientific-and-Research Society of Shipbuilders has to solve as the successor of the Russian Technical Society as well as to the prospects of its development.

### SHIPBUILDING

**E.A. Gorin**. *Russian shipbuilding and prospects of the Russian fleet development* ..... 15

The situation in the Russian shipbuilding has been analyzed. Main attention has been paid to the specific measures that will help in severe conditions of the world market competition to reform the Russian shipbuilding industry in the shortest possible time and to take leading positions.

*To the 80<sup>th</sup> centenary of Academician I.D. Spassky* ..... 27

**L.G. Kuzmin**. *Influence of military-and-technical cooperation upon fulfillment of state order for building ships for the Navy of Russia* ..... 29

The state of affairs at the «Severnaya verf» Ltd has been analyzed, the yard's role in the fulfillment of state order and appropriate measures has been defined.

Special attention is paid to the role of military-and-technical cooperation in the activity of the company and to the influence of non-budget financing upon the development of shipbuilding sector and industry as a whole.

*Third artillery ship "Makhachkala" (21630 pr.) has been laid at the ALMAZ shipbuilding company's building ways* ..... 32

### ENGINES, EQUIPMENT AND CONTROL SYSTEMS

**V.F. Souslov**. *Modern technical means for underwater exploration of the World ocean* ..... 34

The history of underwater vehicles used to explore the World Ocean and carry out deepwater repair and other works has been analyzed. Technical characteristics of underwater vehicles have been given. Special attention is given to contribution of the "Proletarsky zavod" works into development of such vehicles and to the potential of the works in this sphere.

**S.P. Glajkhenhaus**. *Reliability and quality without delay – principal requirements of customers* ..... 39

The article familiarizes with the manufacturing practice of the Severnaya ERA Company – an affiliated branch of the ElectroRadioAutomatika Ltd and with its quality management system as an instrument of complying with a customer's enhanced requirements to electric-wiring works in shipbuilding industry.

Special attention is paid to the implementation of information technologies.

**A.B. Fedotov**. *The "Novaya ERA" takes part in the development of oil deposits at land and at sea* ..... 45

About the Novaya ERA's experience of delivering unique electro-technical equipment to oil rig platforms involved into development of oil deposits and carrying out of electric-wiring works at these platforms, special attention is paid to future prospects.

**V.L. Martynov**. *Underwater TV-systems in the past and in future* ..... 47

The prospects of TV-systems development used at underwater vehicles have been considered in the article. Special attention is given to developments made by Russian scientists and to the ways of improving such systems.

*Korabel.ru – search engine (participants of the section)* ..... 49





## MARINE EDUCATION

- A.V. Smolnikov, V.M. Zhurava, V.N. Razuvaev, I.V. Alyoshin.**  
*Environmental education in a marine technical university* ..... 55

Problems of educating marine engineers with sufficient knowledge in the sphere of ecology at the St. Petersburg Marine Technical University and other problems of environmental education of students and post-graduates.

- To the 80<sup>th</sup> anniversary of Professor A.A. Rusetsky* ..... 57

## EXPLORATION OF OCEAN AND SHELF

- N.O. Adamov, Y.V. Rumyantsev.** *One of possible approaches to analysis and management of natural liquefied gas marine transportation risks stipulated by natural and climatic conditions of Stockman gas condensate field* ..... 58

The authors consider approaches aimed at minimizing risks arising during transportation of gas to consumers by means of piping systems and specialized gas-carriers. The existing normative base necessary to design transportation means has been analyzed. The necessity of taking into consideration natural and climatic conditions of the region has been shown. A pattern used to evaluate risks has been offered.

## SAFETY OF NAVIGATION

- V.P. Hudin, V.E. Salov.** *Methods of a transport ship stability control and estimation quality improvement in the course of operation* ..... 66

The ways of ship's stability control have been considered. A method of their quality evaluation in operational conditions has been offered. The operation of an experimental sample of the stability automated control system has been shown that proved possibility of using the offered norms as a basis for requirements applied to such systems from the Marine Register part.

- B.E. Ivanov, A.M. Chernenko.** *Evaluation of channel navigation safety rate* ..... 72

The authors propose a method of evaluating credibility of channel navigation safety with consideration of the following scope of conditions: overall dimensions and maneuvering components of a ship, presence of opposing ships, accuracy of positioning, reliability of opposing ships positioning information as well as hydrographic and hydro meteorological conditions of the region.

- V.V. Yarisov.** *On necessity of amending the Russian Shipping Register rules concerning the stability of small (under 40 m) fishing vessels* ..... 74

The procedure of small (under 40 m) fishing and cargo vessels stability evaluation in conditions of pooping sea navigation has been offered. The procedure showed good results during its experimental trials. It may be used while correcting stability data and calculating components of a vessel under design.

## ENVIRONMENTAL SAFETY

- I.V. Alyoshin, V.K. Goncharov, V.Y. Osadchy, I.M. Levin, N.M. Radomyslskaya, N.Y. Klementieva, V.S. Kolobkov, V.V. Zelensky, June Lee.** *Modern methods and technical means for detecting deep sea oil leakages from underwater pipe-lines* ..... 78

Efficiency of methods and technical means for detecting deep-sea oil leakages, their parameters. Formulas for calculating visibility under water have been proposed. Special attention is paid to the analysis of results obtained for this calculation. Possibilities of applying the spectro fluorescent method and underwater TV-systems designed by the Scientific and research TV institute to detect oil leakages have been analyzed.

## MARINE EQUIPMENT: SCIENCE AND TECHNOLOGIES

- N.I. Tuzlukova.** *To the 80<sup>th</sup> anniversary of Professor Y.V. Goloveshekin* .... 84

The article narrates about the life of a talented scholar, Doctor of technical sciences, Russian Government Prize winner Y. V. Goloveshekin who made a considerable contribution to the development of ship's mechanics, strength standardizing.

### Editor-in-Chief

**E.A. Konov, Ph. D.**

Phone: +7 (812) 234-8570

Fax: +7 (812) 320-6674

E-mail: morvest@peterlink.ru

Http: //www.morvest.korabel.ru

### Deputy Editor-in-Chief

**A.N. Ivakin,**

Phone: +7 (812) 251-1052

E-mail: ivakin@korabel.ru

### Editor

**T.I. Ilyichiova**

### Advertisement Manager

**V.I. Groshina,**

Phone: +7 (812) 495-8144

E-mail: vika@korabel.ru

### Design, imposition:

**G.V. Grigorieva, V.L. Kolpakova, A.A. Narizhnaya, I.S. Smirnova**

### 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

### Printed:

JSC Lenpolygraphmash, Printing House of JSC LPM-Contact 5, Nab. r. Karpovki, 197376, St. Petersburg Circulation 1000. Price: free

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.

Supreme Examination Board Bulletin № 3, May 2004:

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.



- K.G. Abramyan.** *On the problem strength standardizing in shipbuilding* ..... 85  
It is shown that to improve strength standardizing it is necessary to develop new experimental methods of research, first of all concerning the problem of solid bodies and structures destruction dynamics, criteria of destruction has been found and, finally the process of destruction in phenomenologic scenario has been described. The static approach should be used while choosing a safety margin necessary to define a working load.
- A.P. Matlakh.** *On the problem of efficient methods for improving vibration conditions of habitability onboard ice ships* ..... 88  
Methods and means of improving vibration proofing while operating transport ships in ice conditions have been considered in the article.  
Estimation of principal possibility of making ship's furniture vibration proof in conditions of mostly pronounced basses has been performed. Constructive recommendations on decreasing vibration levels transmitted from decks to human organism of a person sitting in armchair or lying in berth have been developed.
- G.B. Kryzhevich.** *Dynamic curvature in fast craft in the presence of slamming* ..... 93  
It is shown that modern methods of taking into account forces resisting to elastic vibrations of the hull do not guarantee acceptable accuracy of calculation of the general vibration typical for high-speed vessels in the presence of slamming. New method of calculating dynamic bending moments in the presence of a high-speed vessel's slamming with consideration of hydrodynamic damping never taken into account previously in calculations used in ship's designing procedure is presented in the article. It has been revealed that hydrodynamic damping and hull dynamic curvature in the presence of bottom slamming considerably influence not only oncoming but also short lateral waves as well. The largest bending moments cause colliding of the bottom with the peak of wave spreading in perpendicular (or close to it) direction in relation to ship's center plane and submerging of ship sides (in the presence of side slamming) into the wave hollow.  
New methods of taking into account correctly how ship's speed and constructive parameters (hydrodynamic twist of ship surface, angles of keel and bilge lines lifting etc) affect hydrodynamic forces that cause dynamic bending and hydrodynamic damping of vibrations.
- A.V. Andryushin.** *Analysis of ice ships and ice-breakers screw propeller operation* ..... 98  
The results of analysis of ice ships and icebreakers screw propeller operation are presented in the article. The analysis has been carried out on the basis of statistical data submitted by the Transportation Safety Board of Canada in the process of preparing the unified requirements of the IACS to mechanical plants onboard polar ships. On the basis of the results new approaches were developed that became the basis of new requirements of the Russian Shipping Register towards screw propellers and other components of propulsion systems of highest classes of ice-breaking ships and icebreakers.
- V.P. Ivanov.** *Methodological concept of optimized design and operation of fishing vessels and its substantiation* ..... 102  
Methodological concepts of optimized design and operation of fishing vessels and their provision are considered.  
The methodology is targeted at the rational use of their potential with detailed elaboration of the methods used.
- A.M. Chulkov.** *The model of external optimization problem for factory trawlers design* ..... 104  
One of possible methods of estimating catching capacity of factory trawlers per day and per fishing voyage has been proposed. The developed model complies with the present-day ideas of the most rational pattern for finding optimal solutions. Besides its direct use in optimization design, the model may be used as a basis for simulation modeling.  
Simulation modeling helps to take into account factors of random character. It is especially important for fishing vessels.

## AT THE BOOKSHELF

- Y. Tarasyuk, A. Khrebtov.** *The history we are proud of* ..... 108

## HISTORY OF SHIPBUILDING AND NAVY

- L.G. Grabovets, I.Y. Baskakov.** *The role of "ALMAZ" shipbuilding company in supplying the Baltic navy with anti-mine motor boats (1941-1945)* ..... 109  
The article tells about the "ALMAZ" shipbuilding company activity during the World War II, and about supplying the Baltic navy with anti-mine motorboats in particular. Their principal technical characteristics are given in the article. Special attention is paid to people who worked in Leningrad during the siege.
- V.B. Obratsov.** *Through the history – to revival* ..... 112  
The article familiarizes readers with the history of foundation and activity of the Museum of Shipbuilding and Shipbuilding Education being based at the St. Petersburg Marine Technical University. The museum takes active part in research studies and educational process of the University. The museum may be called the principal Keeper of the history of shipbuilding education in this country.
- I.M. Kouzinets.** *A.K. Nazarov – designer of submarines* ..... 114  
The article tells about the life and activity of A.K. Nazarov, designer of submarines including famous «K-27».

## IN THE MARINE ASSEMBLY

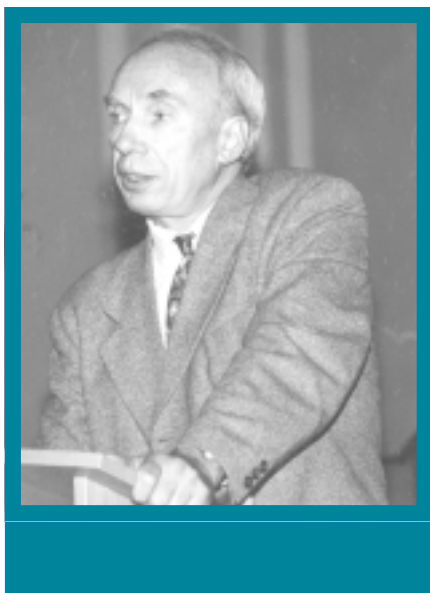
- S.P. Siry.** *Historical Naval Conference dedicated to the centenary of underwater naval forces of Russia* ..... 117  
Announcement on the solemn conference dedicated to the centenary of underwater naval forces of Russia that took place in the St. Petersburg Mariinsky Palace under the chairmanship of V.A. Tyulpanov, Chairman of the St. Petersburg Legislative Assembly.
- S.P. Siry.** *St. Petersburg Marine Assembly (February, 2006.)* ..... 119  
Familiarizes with the results of Marine Assembly's activity for the period of the year 2005.

## «MARITIME GLORY OF RUSSIA» ART GALLERY

- M.V. Matveeva.** *Works of foreign seascape painters of the XVII–XIX century from the Central Naval Museum collection* ..... 123  
The article presents little-known works of foreign seascape painters of the XVII–XIX century from the Central Naval Museum collection. The paintings provide the possibility to familiarize with not broadly known artists whose creative works vividly describe the history of navy – both in their native countries and in Russia as well.

## EXHIBITIONS. CONFERENCES

- K.V. Rozhdestvensky.** *The World Maritime Technology Conference WMTC–2006* ..... 130  
Announcement on the WMTC–2006, papers presented at the Conference, topics discussed at streamed sections.



# СТРУКТУРА И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИМПЕРАТОРСКОГО РУССКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА

**Б.И. Иванов**, д-р философ. наук, проф.,  
зав. сектором Санкт-Петербургского филиала  
Института истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН

Стало уже хрестоматийным утверждение, что тот, кто не учитывает уроков прошлого, не может рассчитывать на достойное будущее. Приглашаю вас совершить вместе со мной путешествие во времени протяженностью в 63 года и на примере истории Русского Технического общества и уроков этой истории для настоящего и будущего самим убедиться в справедливости этого утверждения. Значение таких уроков различно для разных эпох и усиливается на переломных этапах человеческой истории, один из которых мы переживаем в настоящее время. Именно на одном из таких этапов, относящемся к 60-м гг. XIX в. и связанному с реформами Александра II, содействовавшими развитию промышленного производства в России, был активно использован опыт западных стран и зародились те общественные объединения – научные, а позднее научно-технические общества, которые сыграли столь значительную роль в развитии России.

Именно в этот период 140 лет назад, в 1866 г., и было создано Русское Техническое общество (РТО) – первое и ведущее отечественное научно-техническое общество России, свободно объединившее в своих рядах российских ученых, инженеров, технологов и предпринимателей. Опираясь на опыт передовых стран Западной Европы по созданию таких обществ, инициативный комитет из 11 лиц, включавший профессоров и инженеров Петербурга, провел всю подготовительную работу по созданию РТО, подготовил и согласовал с правительственными органами проект устава Общества, который 22 апреля 1866 г. получил «высочайшее соизволение» царя.

Первое общее собрание РТО состоялось 24 мая 1866 г. и открылось программной речью одного из его учредителей, профессора Лесного института Е.Н. Андреева, изложившего основные

цели Общества и его организационные принципы. В Обществе ко времени проведения данного собрания состоялось 322 человека. Организационные собрания проходили также 27 мая и 9 ноября 1866 г. На них был уточнен состав почетных членов, официально избраны почетный председатель, товарищ председателя и секретарь Общества. Почетным председателем был избран князь Николай Максимилианович, герцог Лейхтенбергский, товарищем председателя – барон А.И. Дельвиг, который позднее, с 8 марта 1867 г. и до 21 ноября 1870 г., находился на посту председателя РТО, секретарем – уже упоминавшийся Е.Н. Андреев. Официальное торжественное открытие РТО состоялось 20 ноября 1866 г. На нем с приветственным словом выступил почетный председатель, князь Николай Максимилианович. Он сказал тогда, в частности: «...Русской мысли и русскому делу дан обширный простор, и Россия, богатая средствами на необъятном пространстве своем, имеет у себя и своих людей мысли и дела, чтобы явить богатства свои и стать в уровень с государствами, опередившими ее на поприще как теоретических, так и практических знаний» [1].

Согласно своему Уставу, Общество имело главной целью «содействовать развитию техники и технической промышленности в России» [2]. Средствами к достижению этой цели были названы:

- чтения, совещания и публичные лекции о технических предметах;
- распространение теоретических и практических сведений посред-

ством периодических и других изданий;

- содействие к распространению технического образования;
- предложения к разрешению технических вопросов, особенно интересующих отечественную промышленность;
- устройство выставок мануфактурных и заводских изделий;
- исследование заводских и фабричных материалов, изделий из особенно употребительных в России способов работы как по собственному избранию Общества, так и по запросам других Обществ и частных лиц;
- учреждение технической библиотеки и по мере средств – химической лаборатории и технического музея;
- посредничество между техниками и лицами, нуждающимися в их услугах;
- содействие к сбыту мало известных туземных произведений;
- ходатайство перед правительством о принятии мер, могущих иметь полезное влияние на развитие технической промышленности в России. [3]

Первоначально РТО подразделялось на четыре отдела: химических производств и металлургии; механической технологии, механики и машиностроения; строительного и горного искусства и архитектуры; судостроения, морской техники, артиллерии и оружейного производства.

С развитием промышленности деятельность РТО все более расширялась, захватывая специальные отрасли техники, вследствие чего к четырем отделам, возникшим при организации РТО в 1866 г. добавилось еще 11 отрасле-



вых отделов: в 1878 г. – V отдел (фотографический), в 1880 г. – VI отдел (электротехнический) и VII отдел (воздухоплавательный), в 1881 г. – VIII отдел (железнодорожный), в 1884 г. – IX отдел (по техническому образованию), в 1906 г. – X отдел (сельскохозяйственный) в 1907 г. – XI отдел (промышленно-экономический) и XII отдел (содействия труду), в 1908 г. – XIII отдел (горный), в 1910 г. – XIV отдел (техники городского и земского хозяйства), в 1915 г. – XV отдел (мелиоративный).

В РТО входили: почетные члены, действительные члены, члены-соревнователи и члены-корреспонденты. Руководство им осуществлял совет, который организовывал различные собрания и совещания, комиссии по отдельным техническим вопросам, выставки, лекции, присуждал премии, собирал взносы. Во главе РТО стояли председатель, выбираемый из действительных или почетных членов, товарищ председателя и секретарь, избравшиеся из числа действительных членов через каждые три года. На пост председателя обычно избирался не научный деятель, а лицо, занимавшее высокое положение в свете и имевшее доступ в высшие правительственные сферы. Почетными членами избирались лица, имеющие особые заслуги в области техники, оказывавшие важную помощь Обществу или значительное содействие его успехам, в частности в РТО были избраны такие всемирно известные ученые и инженеры, как Д.И. Менделеев, Н.Е. Жуковский, Д.К. Чернов, Т.А. Эдисон, А.Г. Эйфель, а также высокопоставленные лица в ранге министров, которые могли быть полезными РТО. Действительными членами могли быть избраны лица, занимающиеся какой-либо отраслью науки и техники. Учредители состояли одновременно и действительными членами. Среди действительных членов в разные периоды его деятельности состояли выдающиеся представители разных социальных слоев России: это прежде всего русские ученые и инженеры, высоко поднимавшие авторитет русской науки, А.Н. Крылов, А.С. Попов, Н.Е. Жуковский, П.Н. Яблочков и многие др., а также промышленники Л.Э. Нобель, С.И. Мамонов, Н.И. Путилов; представители высших слоев буржуазии И.А. Вышнеградский, В.И. Ковалевский, Ф.П. Литке и др.

Членами-соревнователями могли быть все те, кто не подходил под вышеупомянутые условия, но интересовался предметом занятий общества. Члены-корреспонденты избирались из числа иногородних, содействие которых признавалось полезным для Общества. Членов-корреспондентов РТО имело в Лондоне, Париже, Берлине, Вене, Чикаго,

Нью-Йорке, Брюсселе, Амстердаме и в других городах Европы и Америки.

По социальному составу в РТО численно преобладала техническая интеллигенция (свыше 60%), далее шли служащие (10%), крупные военные (9%), промышленники (8,1%), гражданские чиновники (4,5%), одиночные представители рабочих профессий.

Каковы же основные научные и практические результаты деятельности РТО? Не имея возможности даже перечислить их, назовем лишь важнейшие из этих достижений:

- разработка мероприятий о введении метрической системы мер и весов;
- разработка вопроса о привилегиях на изобретения;
- издание руководств о торговом судостроении;
- составление правил пользования электрическим током;
- разработка специальных вопросов по сооружению и эксплуатации железных дорог;
- разработка вопросов низшего, среднего и высшего технического образования;
- устройство особого технического музея;
- устройство Русского отдела на Лондонской Всемирной выставке и многих других;
- участие во Всероссийской мануфактурной выставке 1870 г. для содействия русской промышленности и торговле, а также в разных международных конгрессах, съездах и выставках, например в Филадельфии, а также во Всероссийской выставке в 1882 г. в Москве;
- устройство в 1890 г. в Петербурге съезда по техническому образованию.

Это все результаты коллективной деятельности РТО. А сколь впечатляющие индивидуальные достижения членов общества! В их числе:

- работы Д.К. Чернова в области металлургии (1868 г.);
- работы 70-х гг. XX в. П.Н. Яблочкова, А.Н. Лодыгина, В.Н. Чиколева в области электротехники;
- разработка А.Н. Крыловым теории «О килевой качке корабля на волнении» (1895 г.);
- передача А.С. Поповым радиосигналов (1895 г.) и многие др.

Значительна издательская деятельность РТО. Оно выпускало периодические издания: «Записки Императорского Русского Технического общества», журналы «Электричество», «Железнодорожное дело» и «Техническое образование», а также труды съездов, комиссий, сборники статей, бюллетени, вестники, указатели, справочники, монографии.

Для осуществления своей плодотворной научной и широкой обществен-

ной деятельности РТО располагало определенной материальной базой. Оно имело технический музей, химическую лабораторию, выставочные павильоны, техническую библиотеку, частично финансировавшиеся правительством.

Развитие промышленности в России явилось толчком для создания местных отделений РТО, в том числе Кавказское, учрежденное в Тифлисе в 1868 г.; Киевское и Новороссийское (1871 г.), Московское (1876 г.), Бакинское, Казанское, Харьковское и Нижегородское (1879 г.), Эстляндское (1881 г.), Туркестанское, Домбровское, Донское, Пермское (1890 г.). Позднее были открыты Екатеринославское, Кронштадтское, Бессарабское и другие отделения. К началу XX в. РТО имело 40 отделений, созданных в промышленных и административных центрах страны. Начав с 332 членов в 1866 г., Общество к 1917 г. насчитывало в своих рядах около 3000 человек, а вместе с периферийными отделениями – свыше 10 тыс. Возникновение и деятельность РТО, его быстро растущий авторитет в промышленных и правительственных кругах послужили толчком для активизации научно-технической общественности различных профессий. После создания РТО в дореволюционной России были образованы и другие научно-технические общества уже по отдельным отраслям знаний. Среди них – Русское химическое общество, возникшее в 1868 г., Лесное общество (1869 г.), Русское металлургическое общество (1910 г.), общества при высших учебных заведениях: Политехническое общество при Московском техническом училище (1878 г.), Общество технологов при Технологическом институте в Петербурге (1884 г.), Общество горных инженеров (1887 г.), Общество гражданских инженеров (1894 г.), Общество инженеров-электриков при Электротехническом институте (1892 г.) и многие другие.

Такова далеко не полная панорама деятельности РТО в период с 1866 по 1917 г., которая выглядит достаточно впечатляющей. Не случайно, Общество за свою деятельность уже ровно через восемь лет после «высочайшего соизволения» царя, 22 апреля 1874 г. удостоилось наименования Императорского, что в какой-то мере усиливало его положение, повышало значение в глазах чиновной бюрократии, а это, несомненно, имело влияние на расширение круга деятельности и на увеличение числа членов. РТО, распространившее свою деятельность на всю страну, вследствие участия в его работе членов правительства, предоставления пособий из казны, разных прав и привилегий, приобрело официальное значение.

Это не значит, конечно, что РТО не испытывало в своей деятельности труд-

ностей. Были серьезные финансовые затруднения, ощущалась нехватка помещений. Так, доклад ревизионной комиссии общему собранию господ членов Императорского РТО за 1889 г. говорил: «О недостаточности помещения распространяться нечего: Канцелярия Комиссии по техническому образованию помещается в дамской уборной, в Библиотеке негде поставить шкафов, Канцелярия Общества при выставках должна занимать временное помещение, заседания Подкомиссий должны происходить иногда вне Соляного городка и т.д.» [4]. Однако, несмотря на эти трудности, деятельность РТО положила начало эпохе активного участия научно-технической общественности в ускоренном развитии науки, техники и промышленности, создании ее экономического потенциала, по уровню приближающегося к развитым странам Европы, в деле подготовки кадров и формирования российской технической интеллигенции.

РТО, будучи политехническим по составу членов и характеру деятельности, проводило специализацию в своих отделах. Отраслевые отделы и специально создаваемые при них комиссии объединяли группы специалистов, которые решали конкретные научные и производственные вопросы в ведущих отраслях промышленности, составляя различные технические документы и инструкции, выступали в роли экспертов. Отраслевая специализация с годами углублялась, увеличивалось количество отделов, которые явились впоследствии основой возникновения ряда отраслевых научно-технических обществ. Когда же Обществу приходилось решать вопросы, имеющие общегосударственное значение, оно выступало как единая организация.

После Октября 1917 г. РТО продолжало действовать в условиях нового государственного строя и добилось определенных успехов, особенно в направлении разработки и реализации всем известного плана ГОЭЛРО. Позже наблюдается заметная активизация деятельности отраслевых научно-технических обществ и снижение роли РТО, которое прекратило свое существование в июне 1929 г.

Начался новый этап в развитии научных и инженерных обществ в нашей стране, когда одиночный лидер политехнического типа, каким было на протяжении 1866–1929 гг. РТО сменяется групповым лидером, объединенным неформально для решения общегосударственных и межгосударственных проблем научно-технического прогресса, координируя эту деятельность с другими государственными организациями. Сегодня, отмечая плодотворную в целом работу Союза НИО, в его структуре, помимо существующих объединений, должны найти место и другие структуры, бывшие в РТО. Необходимо, во-первых, воссоздание в рамках нового образования технического музея – Музея истории науки и техники, значение которого для целей научно-исследовательской, просветительской и культурно-мировоззренческой деятельности исключительно велико. Необходимо, во-вторых, воссоздание комиссии по техническому образованию, которая на новом этапе разрабатывала бы концепцию среднего и высшего технического образования, в соответствии с которой, в числе прочего, велось бы преподавание истории науки и техники как необходимой базы для формирования творческой личности. Однако новый Союз должен вести разработку общей концепции научно-технического развития с опорой

на высокие технологии. К этому следует привлекать ведущих специалистов самых различных областей: инженеров, экономистов, правоведов, философов, историков науки и техники. Без разработки такой концепции Союз НИО не сможет в полной мере реализовать стоящие перед ним задачи.

И, наконец, последнее: учитывая исторический опыт эффективного функционирования РТО, находившегося под высоким покровительством, а также уникальность и значимость на современном этапе Союза НИО, целесообразно обратиться к президенту страны с просьбой взять Союз НИО под свое покровительство, разрешив добавить в его название слова «президентский», что, несомненно, будет способствовать повышению эффективности деятельности этого Союза на благо России.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Филиппов Н.Г. Научно-технические общества России (1866–1917 гг.): Уч. пособие. – М., 1976.
2. Полное собрание законов Российской империи. – Собр. 2-е. – Т. XI. – № 43219: Устав Русского технического общества.
3. Русское Техническое общество. Краткий исторический очерк деятельности Императорского Русского Технического общества с его основания по 1-е января 1893 г. – СПб., 1893.
4. Личный состав Императорского Русского Технического общества. Проверен по 10-е декабря 1903 г. – СПб., 1903. ■



Главный фасад здания училища барона Штиглица в Санкт-Петербурге, где в XIX в. располагалось Русское Техническое общество





# РОЛЬ РУССКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА И РОССИЙСКОГО НТО СУДОСТРОИТЕЛЕЙ ИМ. АКАД. А.Н. КРЫЛОВА В РАЗВИТИИ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СУДОСТРОЕНИЯ

**В.Л. Александров**, д-р техн. наук, проф.,  
президент Российского НТО судостроителей им. акад. А.Н. Крылова,  
генеральный директор ФГУП «Адмиралтейские верфи»

Прошло немногим более 140 лет с того времени, когда преподаватели Михайловской артиллерийской академии и училища, инженеры Морского и других ведомств начали собираться по вечерам друг у друга за чашкой чая для заслушивания и обсуждения рефератов на технические темы. По мере увеличения количества участников бесед такие встречи стали проводиться в помещении Инженерной команды Петропавловской крепости, а когда их число превысило 200, возникла идея создания Общества русских техников. Душой всего дела стали 11 энтузиастов во главе с профессором технологии Лесного института Е.Н. Андреевым, ставшим первым секретарем Общества. Устав, разработанный энтузиастами, 22 апреля подписал император Александр II, а уже 22 мая 1866 г. состоялось первое общее собрание вновь организованного Русского Технического общества.

После оформления Общества заседания его членов стали проходить в особой квартире на Троицкой улице, а с 1872 г. – в специально подготовленных помещениях Соляного городка на берегу р. Фонтанки.

В недрах новообразованного сообщества инженеров 27 мая был образован в числе прочих Отдел кораблестроения, морской техники, артиллерии и оружейного производства. Первым его председателем стал корабельный инженер генерал-майор М.М. Окунев, его заместителем – контр-адмирал В.А. Римский-Корсаков, а ближайшими помощниками по специальностям – следующие лица:

- по кораблестроению – контр-адмирал А.И. Бутаков и корабельный инженер генерал-майор С.И. Чернявский;
- по морской технике – капитан-лейтенант Н.И. Казнаков;

– по паровой механике – инженер-механик Петербургского порта И.А. Семенов;

– по артиллерии и оружейному делу – морской артиллерист Р.В. Мусселиус, преподаватель артиллерии в Артиллерийском училище генерал-майор Н.А. Демьяненко и начальник Пороховых заводов на Охте генерал-майор Т.С. Стомма.

Именно эти лица заложили традиции и на многие годы определили направление деятельности Отдела кораблестроения, морской техники, артиллерии и оружейного производства, за что мы чтим их память и с благодарностью вспоминаем об их трудах.

Становление Отдела происходило в тот переломный для судостроения период, когда на смену дереву в качестве основного конструкционного материала пришло железо, вместо парусов и весел – появилась паровая машина, а затем и двигатели внутреннего сгорания, вместо керосиновых фонарей – электричество, вместо гладкоствольной артиллерии – нарезная.

В трудных условиях проявляла свои незаурядные способности большая группа выдающихся деятелей отечественного кораблестроения разного профиля: ученых, изобретателей, инженеров. Тогда, на заре железного судостроения, еще не было творческих коллективов, но были творческие личности. Целеустремленность в достижении положительного результата,

высокая эрудиция, инициатива и безграничная любовь к Отчизне помогли им внести бесценный вклад в укрепление и развитие флота, повысить к нему интерес среди широких слоев общества, способствовали развитию промышленной базы судостроения, разработке его теории и практики, подготовке кадров и многому другому.

Вплее выдающихся инженеров-судостроителей Русского Технического общества заметный след оставили такие специалисты, как В.П. Алымов, П.Д. Кузьминский, В.И. Афанасьев, И.Г. Бубнов, С.О. Бурачек, А.Я. Гезехус, С.К. Джевецкий, Л.Л. Коромальди, Н.Е. Кутейников, С.К. Ратник, Н.Е. Титов, С.И. Чернявский и А.Н. Крылов, имя которого с 4 октября 1963 г. носит нынешнее Российское Научно-техническое общество судостроителей.

Нельзя не вспомнить и тех моряков, которые способствовали развитию отечественного судостроения и деятельности Русского Технического общества. Это Почетные члены Общества: президент Петербургской Академии наук адмирал Ф.П. Литке, управляющие Морским министерством адмиралы Н.К. Крабе и И.А. Шестаков, министр путей сообщений адмирал К.Н. Посыет, начальник Главного Управления кораблестроения и снабжения адмирал В.П. Верховский, председатель кораблестроительного отдела Морского Технического комитета адмирал А.А. Попов, один из учредителей Русского Технического общества.

кого общества вице-адмирал Н.И. Казаков и заведующий частью подводного плавания при Морском Техническом комитете капитан 1 ранга М.Н. Беклемишев.

Нельзя не упомянуть и тех выдающихся личностей Отдела кораблестроения, чей вклад в развитие отечественного железного судостроения был наиболее ощутим. По праву среди пионеров был и первый председатель Отдела кораблестроения М.М. Окунев (1810–1873) – один из самых даровитых корабельных инженеров, который совместно с А.Е. Леонтьевым по проекту Почетного члена РТО адмирала А.А. Попова в 1869–1877 гг. построил первый в мире брустверно-башенный броненосец «Крейсер» («Петр Великий»), считавшийся сильнейшим кораблем своего времени.

Умелый практик, он зарекомендовал себя и как человек широких теоретических знаний. В своих статьях и ряде монографий он вступал в споры с признанными зарубежными авторитетами, что по тем временам было неслыханной дерзостью. Самым крупным трудом русского инженера явилась пятитомная «Теория и практика кораблестроения» (1865–1873), принесшая автору известность за пределами России. Труд этот длительное время использовался в качестве учебного пособия при подготовке морских офицеров, корабельных инженеров и инженер-механиков флота, широко цитировался многими авторами в книгах, справочниках и других изданиях.

Современником М.М. Окунева и сотрудником по РТО был И.П. Алымов (1831–1884) – один из создателей основ технических наук России в XIX в. Среди морских специалистов он пользовался исключительным авторитетом и уважением. Илья Павлович оставил после себя большое научное наследство. Одной из значимых работ стала «Система струйного образования судна» (1879). Ее автор считал, что «наиболее прямой путь к разысканию наивыгоднейшей системы судовых обводов состоит в исследовании течения жидкости относительно подводной поверхности судна, причем сама эта поверхность является струйной, т.е. как бы составленной из бесконечного множества тончайших струй».

Илья Павлович прожил недолгую жизнь, но успел подготовить в РТО большой отряд выдающихся молодых инженеров-техников, в том числе П.Д. Кузьминского – инженера-механика флота, ученого, изобретателя, создателя первой судовой газотурбинной энергетической установки, члена РТО с 1880 г.

Павел Дмитриевич в 1879 г. в Обществе сделал первое, а затем 30 января 1882 г., второе, более подробное сообщение о «тетраэдровидном пара-

боло-эллиптическом судне с равношпангоутной системой». Пионерская работа П.Д. Кузьминского не нашла применения в Российском флоте, зато через 16 лет в Германии был заявлен патент под названием «Форма корабельного корпуса» для быстроходных океанских пароходов, поразительно совпадавший в целом и деталях с судном П.Д. Кузьминского, но уже освященный именем профессора Рина. Павел Дмитриевич много работал над винтами, так, он и здесь для образования формы лопастей предложил особый класс поверхностей, названных им «руссоидами».

Постоянным оппонентом П.Д. Кузьминского и сподвижником в Отделе кораблестроения был В.М. Катышев (1853–1909) – выпускник Технологического института, член Общества с 1887 г., связавший свое имя с исследованиями сопротивления воды движению судна, сопротивления судовой машины и винтов, применения нефтяных двигателей на судах и пр.

С 1891 по 1895 г. Владимир Михайлович представил членам Общества фундаментальную работу «Математика и законы природы в приложениях к вопросу о сопротивлении судна движению». В ней он рассмотрел все существовавшие теории определения сопротивления судна движению, их сильные и слабые стороны, степень возможности практического применения и сформулировал собственные подходы к рассматриваемой проблеме.

Отдел кораблестроения занимался не только вопросами теории судостроения. Начиная с 80-х гг. XIX в. в него от различных лиц стали поступать для рассмотрения проекты подводных лодок. Так, 9 ноября 1877 г. об изобретении подводной лодки заявил лейтенант В.П. Верховский. В 1878 г. свой проект представил мещанин из г. Бендеры Андрей Кожухарь, а в 1879 г. – инженер Н.Я. Шестунов, в 1881 г. – братья И.А. и А.А. Карышевы, в 1884 г. – рядовой Черноморской минной роты В. Креминский и в 1897 г. – мещанин Михаил Резанов. Из этого ряда проектов наибольший интерес вызывали проекты подводных лодок Н.Я. Шестунова и братьев Карышевых. Первая представляла собой сборную конструкцию из четырех свинчатных между собой частей, весом 5,5 т, способную погружаться на глубину 60 м. Лодка приводилась в движение физической силой двух подводников, вращавших маховое колесо и способных развить скорость до 2,8 уз. На вооружении имела одна самодвижущаяся мина.

Совершенно фантастическим по тем временам был проект подводной лодки братьев Карышевых. Их подводная лодка предназначалась для исследования

морских глубин и могла погружаться до 370 м. Прочность металлического корпуса лодки обеспечивалась коваными шпангоутами. Передвижение осуществлялось с помощью паровой машины как в надводном, так и в подводном положении. Под водой лодка могла развивать скорость около 6 уз в течение 3 ч. Экипаж состоял из 10 человек. По существу, это был первый в мире проект подводной лодки с единым двигателем. По разным причинам оба проекта были отвергнуты.

После поражения в русско-японской войне 1904–1905 гг. многие в государстве считали необходимым постройку линейных кораблей и броненосных крейсеров. Проповедниками этих идей в РТО были Н.Н. Беклемишев, Н.Н. Кутейников, Г.Н. Ревенко, Н.Н. Карлинский и др. Все эти работы являлись еще и ответом на объективное развитие мирового кораблестроения и появление в 1906 г. в Англии «дредноутов» – нового класса боевых кораблей.

В развитие этих идей IV Отдел РТО объявил конкурс на проект броненосца для Балтийского моря водоизмещением около 10 000 т. 11 октября 1905 г. специальная комиссия Общества присудила первое место и премию в 400 руб. инженеру Путиловского завода Ф.А. Ахенбаху. Второе место и премию в 100 руб. присудили члену Общества В.М. Катышеву. Впервые в конкурсе участвовала иностранная фирма «New York Shipbuilding Company», которую представлял господин Ф.Я. Ричес. Свою лепту внесли и воспитанники Морского инженерного училища, разработавшие проект крейсерского судна для Тихого и Атлантического океанов, водоизмещением в 25 000 т.

Однако, несмотря на активность IV Отдела РТО, морские инженеры понимали, что он уже исчерпал свои возможности. Период становления железного судостроения закончился. Для обмена опытом по эксплуатации и строительству судов они в 1898 г. создали свою общественную организацию – Общество морских инженеров, просуществовавшее до начала Первой мировой войны. После этого безуспешную попытку объединить инженеров-моряков приняли выпускники Политехнического института, создав в 1915 г. Союз морских инженеров, закончивший свое существование в 1918 г. В ситуации, сложившейся в России в этот период, казалось, наступил конец сообществу морских инженеров.

И все же существование Отдела кораблестроения, морской техники, артиллерии и оружейного производства в РТО, Общества морских инженеров и Союза морских инженеров не прошли бесследно для инженерно-моряков. На идеях своих старших товарищей вырос-



ла новая плеяда выдающихся специалистов. Это были люди уже другого склада. Они научились умело использовать достижения науки для применения в практику судостроения. Среди них были:

- И.Г. Бубнов (1872–1919), систематизировавший основные принципы прочности корпуса корабля и впервые сформировавший строительную механику корабля как самостоятельную научную дисциплину;
- М.Н. Беклемишев (1858–1936) – крупный специалист в области подводного кораблестроения и подводного плавания;
- В.И. Афанасьев (1843–1913) – видный исследователь в области проектирования и ходкости кораблей, а также эксплуатации корабельных паросиловых установок;
- К.П. Боклевский (1862–1928) – выдающийся специалист в области проектирования судов, автор проектов быстроходных миноносцев и крейсеров, видный организатор учебного процесса в Политехническом институте;
- Ф.А. Брике (1855–1936) – крупный специалист в области теории и проектирования судовых двигателей;
- Г.Н. Пио-Ульский (1864–1938) – один из ведущих специалистов флота по паровым машинам и паровым турбинам;
- С.П. Тимошенко (1878–1972) – крупный специалист в области теории упругости, сопротивления материалов и строительной механики;
- А.Н. Крылов (1863–1945) – автор фундаментальных трудов по теории магнитных и гироскопических компасов, теории корабля, строительной механики корабля.

После Мировой и Гражданской войн, а затем и разрухи правительство молодой Республики для восстановления народного хозяйства обратилось за помощью к инженерам. Разрешение возникших проблем потребовало реанимации ранее существовавших общественных организаций. Что касается морских инженеров, то объединение их происходило не на пустом месте. В Политехническом институте после ликвидации Союза морских инженеров работали студенческие кружки, в том числе и кораблестроительный, который издавал свой репринтный журнал «Кораблестроитель». Основными его корреспондентами, помимо студентов, были вчерашние члены Общества морских инженеров и Союза морских инженеров. И когда в 1930 г. под председательством В.Л. Поздюнина было организовано Научно-техническое общество судоходства и судостроения, то все вчерашние студенты и преподаватели Политехнического института, а также уцелевшие инженеры-моряки

стали его членами. В 1931 г. вновь образованное общество стало именоваться Всесоюзным научно-техническим обществом судоходства и судостроения, а на I Всесоюзном съезде общества в 1932 г. оно разделилось на два самостоятельных: ВНИТО водного транспорта в Москве и ВНИТО судостроения в Ленинграде, но уже под председательством академика А.Н. Крылова.

Первостепенными задачами, поставленными перед научно-технической общественностью первым отраслевым съездом НТО, стали реконструкция судостроительной промышленности, широкое внедрение электросварки корпусов судов и предварительной секционной сборки, типизация и стандартизация судов, судовых механизмов и конструкций.

Выполняя поставленные съездом задачи, правление НТО под руководством академика А.Н. Крылова на своих заседаниях рассматривало предложения общественности по упорядочению деятельности судостроительных предприятий, совместно с Наркоматом СП проводило совещания по внедрению в производство методов скоростного строительства судов, изучало проблемы мелкотоннажного судостроения. О значении деятельности НТО можно судить по тому факту, что на конференции по мелкотоннажному судостроению присутствовало 200 специалистов от 79 предприятий отрасли.

Для внедрения электросварки в судостроительной промышленности при Центральном правлении в 1932 г. была создана секция электросварки сначала под руководством Б.З. Хохлова, а с 1940 г. под руководством заведующего кафедрой ЛКИ В.П. Вологдин.

По инициативе Б.З. Хохлова в 1934 г. на Балтийском заводе была проведена конференция по применению электросварки в судостроении, а в 1935 г. – секция электросварки при участии Правления Общества провела общественную консультацию по разработанному в конструкторском бюро завода «Красное Сормово» проекту сварного танкера для Каспийского моря. В работе секции принимали участие академик А.Н. Крылов, профессора Ю.А. Шиманский, П.Ф. Папкович и В.П. Вологдин.

Свою деятельность секция сварки не ограничивала рамками Центрального правления. В 1933 г. ячейка НТО «Судопроекта» совместно с секциями проектирования и сварки разработали проект сварного траулера комбинированного лова для Баренцева моря. В 1933–1934 гг. совместно с технологической секцией была разработана технология постройки первого в стране полностью сварного траулера и в этом же году – технология процесс постройки сварного теплохода типа «Седов». В 1936 г.

секция сварки совместно с Ленинградским отделением НТО сварщиков провела конференцию «Сварка в судостроении».

Для решения технических вопросов и обобщения опыта при изготовлении на различных заводах сварных коллекторов для судовых котлов высокого давления в 1937 г. Президиум ВНИТОСС совместно с Научно-инженерным обществом металлургов создали постоянную комиссию, куда от ВНИТОСС вошел В.П. Вологдин и от Политехнического института – профессор И.Н. Воскресенский.

По мере реконструкции старых и строительства новых заводов судостроительной промышленности остро встал вопрос о стандартизации судов, судовых механизмов и конструкций. В 1937 г. Президиум НТО под руководством А.Н. Крылова рассмотрел предложения о развитии научно-исследовательской работы в судостроении и исключения параллелизма в работе НИИ судостроения и судовых стандартов, Центрального института водного транспорта и «Судопроекта». Президиум рекомендовал изменить название научно-исследовательского института, передав «Судопроекту» и другим проектным организациям решение вопросов по развитию стандартизации в судостроительной промышленности.

Начавшаяся в 1941 г. Великая Отечественная война значительно сократила объем работ Центрального правления и специализированных секций. В связи с эвакуацией предприятий и организаций из блокированного врагом Ленинграда Центральное правление ВНИТОСС вынуждено было перевестись в Москву. Однако в годы войны деятельность Научно-технического общества не прекращалась и сконцентрировалась в Горьковском, Ленинградском, Казанском и Дальневосточном отделениях. Основными направлениями в работе НТО в этот период являлись:

- содействие промышленности в решении задач оборонного характера;
- осуществление научно-исследовательских работ на предприятиях и оказание помощи по их внедрению в производство;
- организация информации и технической пропаганды новейших методов работы, способствующих дополнительному повышению производительности труда.

Продолжая работу, начатую в 1937 г., Центральное правление в феврале 1944 г. в Москве провело совещание по типизации морских и речных транспортных судов. Принятая сетка судов и механизмов послужила основой для дальнейшего проектирования и разработки стандартов. Рекомендации сове-

хания были использованы в разработке стандартов на типы и основные элементы транспортных судов. По поручению Всесоюзного комитета стандартов бригада НТО разработала методику определения экономической эффективности стандартизации судов, выявившую преимущества постройки судов крупными сериями.

Как только в 1943 г. была проведена блокада Ленинграда, активизировало свою деятельность областное отделение Общества, продолжив работу по реконструкции судостроительной промышленности, начатую еще в 1932 г. В 1944 г. Ленинградское отделение НТО совместно с НТО сварщиков провело совещание по внедрению поточных методов постройки судов. Совещание рекомендовало сократить стапельный период и цикл постройки судна за счет параллельного выполнения работ по отдельным конструктивным узлам. Предусматривались разбивка производства на технологические этапы, специализация выполнения основных операций, а также расширение кооперации между предприятиями, выпускающими стандартную продукцию для судов. Были обоснованы преимущества поточного метода при переходе на серийную постройку судов с максимальным насыщением секций на предстпельной сборке. По рекомендации совещания в Ленинграде был создан комитет по внедрению поточного метода в производство, осуществлявший консультации по вопросам перехода на этот метод строительства судов и распространения опыта среди ленинградских судостроительных предприятий.

В феврале 1945 г. в Ленинграде возобновили работу судостроительные заводы, и Центральное правление приняло решение о возвращении в Ленинград. По мере готовности, возобновили свою работу и специализированные секции при ЦП НТО: проектирования (А.И. Балкашин), прочности (П.Ф. Папкович), мореходных качеств (И.Г. Ханович), малотоннажного судостроения (Д.А. Черногуз), технологии судостроения (В.К. Дормидонтов), механического оборудования (В.К. Васильев).

26 октября 1946 г. НТО постигла тяжелая утрата – на 83 году жизни скончался председатель ЦП ВНИТОСС академик Алексей Николаевич Крылов. Новым председателем общества на заседании президиума 1 ноября 1945 г. был избран академик В.Л. Поздюнин.

После окончания Великой Отечественной войны, 15 мая 1946 г., основные направления деятельности Общества были сформулированы на расширенном заседании правления после доклада начальника технического отдела Министерства судостро-

тельной промышленности А.С. Петрова. Научно-техническому обществу предлагалось направить свои усилия на повышение эксплуатационных характеристик судов и на сокращение трудоемкости их постройки.

В свете новых задач бригады НТО выполнили ряд серьезных научно-технических проработок, в том числе: перевод судового оборудования на переменный ток и выбор характеристик судового электрооборудования; разработка основных положений проектирования газотурбинных установок для судов транспортного флота; создание методики составления технологического плана постройки судов; обсуждение проекта установки для испытания составных балок на знакопеременную нагрузку; изучение развития и анализ работы машинных установок транспортных судов; создание лабораторного стенда для динамических испытаний упругих муфт и демпферов крутильных колебаний; составление проекта лаборатории для испытания гребных винтов.

Едва начавшаяся стабильность в работе НТО прервалась кончиной 3 апреля 1946 г. члена-корреспондента АН СССР П.Ф. Папковича, а затем 23 мая 1948 г. и председателя Правления академика АН СССР В.Л. Поздюнина. Председателем Правления в июне 1948 г. был избран член-корреспондент АН СССР Ю.А. Шиманский.

К этому времени в работе НТО накопился ряд недостатков, не позволявших деятельно функционировать не только центральным органам, но и периферийным организациям. Главными из них были малочисленность организаций, слабый охват инженерно-технических работников, 11-летняя задержка с проведением очередного съезда и перевыборами руководящих органов Общества. За эти годы многие его члены погибли на фронтах войны, другие по возрасту уже не могли принимать деятельное участие в его работе. В связи с этим Президиум НТО вынужден был обратиться за содействием в высшие партийные органы страны.

В 1955 г. 25 июня состоялась I Всесоюзная отчетно-выборная конференция, на которой были подведены итоги послевоенной деятельности Общества и поставлены новые задачи на ближайший период.

Основными направлениями работы Центрального правления, специализированных секций и периферийных отделений стали мероприятия, направленные на улучшение технико-эксплуатационных характеристик строящихся судов и судового оборудования, сокращение сроков и стоимости проектных работ, внедрение более современных способов строительства

судов и их ремонта, повышение эффективности использования заводского оборудования, повышение производительности труда и снижение себестоимости заводской продукции, повышение производственной квалификации работников судостроительной промышленности.

После конференции активизировалась и международная деятельность Общества. В мае 1956 г. делегаты от НТО были на совещании по проблемам сварки в Болгарии, а по организации ремонта судов – в Польше. Члены Общества принимали участие в работе научно-технических конференций в странах народной демократии, странах Европы и Америки, происходил обмен научно-технической информацией. Четыре представителя НТО принимали участие в Международной конференции руководителей опытовых бассейнов в Мадриде. В 1959 г. член президиума Центрального правления В.Д. Мацкевич принимал участие в XII Конгрессе Международного института сварки, проходивший в Югославии.

Однако начиная с 70-х гг. прошлого столетия от общественных организаций требовалось пунктуальное выполнение директив, постановлений и решений ее съездов и пленумов, проведение всевозможных смотров и соревнований, посвященных дням рождения выдающихся партийных деятелей, что значительно сужало возможности общественных организаций, не способствовало развитию самостоятельных инициатив у членов Общества. Но и в этих условиях НТО судостроителей сумело проводить мероприятия, вносящие существенный вклад в развитие отечественного судостроения. Специалисты при Центральном правлении НТО в 1961 г. разработали рекомендации по совершенствованию методов проектирования крупнотоннажных танкеров, применению в конструкциях корпусов материалов из алюминия, магниевого сплавов, ускорению изготовления газотурбинных установок для судов транспортного флота.

Большое внимание специалисты НТО уделяли проблемам внедрения автоматизированных систем управления судовыми энергетическими установками, палубными механизмами и судовыми установками. Продолжая эту тему, НТО выступило инициатором повышения уровня технического развития отечественного судостроения, необходимости проведения работ по унификации и стандартизации судового оборудования, оптимизации решений при проектировании новых судов и разработки методов научного прогнозирования развития судостроения. Конференции и пленумы НТО по этим темам проводились в 1962 и 1969 гг.



На заседаниях Центрального правления и в секциях Общества в 1969 г. и позднее обсуждались возможности повышения эффективности научных разработок, ускорения темпов и сокращения продолжительности исследовательских и опытно-конструкторских работ, быстрее внедрения их в производство. С этой целью в декабре 1970 г. был проведен первый симпозиум по применению численных методов в строительной механике корабля, на котором были разработаны рекомендации и намечены пути дальнейшего внедрения в практику судостроительных расчетов вычислительной техники.

Большой объем выполненных Центральным правлением работ в послевоенный период стал возможным благодаря настойчивости и большому личному авторитету председателей Правления НТО П.П. Пустынцева, Н.Н. Исанина, И.В. Горынина и В.М. Пашина.

Интенсивная работа проводилась и в секциях при Центральном правлении под руководством видных ленинградских ученых: доктора технических наук, профессора Я.И. Войтунского, кандидата технических наук Ю.Н. Прищемина, доктора технических наук, профессора В.А. Постнова, кандидата технических наук П.П. Зиганченко, доктора технических наук С.И. Логачева, доктора технических наук, профессора А.Г. Курзона, доктора технических наук, профессора Г. И. Китаенко, доктора технических наук В.Ф. Соколова, кандидата технических наук В.С. Кравченко, доктора технических наук В.Л. Руссо, доцента О.А. Борчевского, кандидата технических наук Б.В. Подсезалова, доктора технических наук, профессора С.А. Богатых и многих других выдающихся специалистов из разных областей науки о судостроении.

Благодаря интенсивной организационной работе Центрального правления была создана разветвленная сеть республиканских, краевых и областных подразделений НТО, а именно: Московское, Волжско-Камское, Черноморское, Приморское, Эстонское, Ленинградское, Хабаровское, Мурманское, Калининградское, Архангельское, Киевское, Приазовское, Крымское и Херсонское Правления НТО.

Однако командно-бюрократический стиль сковывал инициативу как руководителей Общества, так и рядовых его членов.

Уже в 1973 г. президиум Центрального правления совместно с ру-

ководителями специализированных секций обратили внимание на низкую эффективность проводимых в Обществе конференций, совещаний и семинаров. Участники совещания, состоявшегося 17 июля, рекомендовали руководителям структурных подразделений Общества обратить внимание на более строгий выбор актуальных тем для обсуждения на проводимых ими мероприятиях, делая упор на разрешение проблем, стоящих перед судостроительной промышленностью. Было принято решение сократить число докладов, но в то же время обеспечить всестороннее их обсуждение и подготовку содержательных рекомендаций.

Тем не менее работа Общества велась активно. Проводились семинары, конференции, работали научно-технические секции. Финансовую поддержку Общество получало из бюджета. Так продолжалось до 1991 г. – до начала перестройки промышленности. Начиная с 1992 г. многие судостроительные предприятия изменили форму собственности, а в отдельных случаях разорились и перестали существовать. Наблюдалось резкое падение судостроительной промышленности в связи с изменением оборонной доктрины страны и неконкурентоспособностью отечественных верфей на международном рынке.

Прекратилась бюджетная поддержка НТО со стороны министерства. Несмотря на это, работа Общества продолжалась, но уже по инициативе аппарата НТО, руководителей научно-технических секций и спонсорской поддержке отдельных судостроительных предприятий.

НТО утратило свой Всесоюзный статус и было реорганизовано в межрегиональную общественную организацию. Активность Общества резко упала вследствие падения отечественной промышленности и отсутствия финансирования. Этот период длился 10 лет, работа Общества была слабоактивной, но не прекращалась.

С 2001 г. промышленность России стала постепенно возрождаться, в том числе и судостроительная промышленность, особенно ее экспортная составляющая.

Начиная с этого времени деятельность НТО стала возрождаться. 27–28 июня 2002 г. состоялся съезд. Он подтвердил полномочия президента общества и вновь избранного состава Центрального правления НТО. Возродилась практика работы Правления

НТО по ежегодным тематическим планам, включающим три основных направления:

- организация научно-технических семинаров и конференций;
- международное сотрудничество;
- подготовка научных кадров и издательская деятельность.

При Центральном правлении НТО организована и работает 21 научно-техническая секция, охватывающая практически все направления инженерной науки.

В НТО проводятся общественные слушания по наиболее актуальным вопросам в судостроении, в том числе такими, как:

- инновационные пути развития отрасли;
- экологическая и техническая безопасность;
- подготовка инженерных кадров.

По результатам слушаний принимаются заключения и рекомендации по представлению рассматриваемых тем на премии Правительства РФ, отнесения их к разряду критических технологий РФ, даются отзывы на кандидатские и докторские диссертации, рассматриваются монографии и учебники для вузов и др.

Все решения по результатам общественных слушаний, конференций, семинаров и др., а также обращения в Правительство Российской Федерации и регионов рассматриваются и утверждаются на заседаниях Президиума РосНТО судостроителей, который собирается систематически в течение года в соответствии с Уставом общества. В мае 2004 г. НТО вернуло себе статус всероссийской общественной организации, стала расширяться и деятельность региональных организаций.

В феврале этого же года было образовано новое общественное объединение – Международное НТО судостроителей им. акад. А.Н. Крылова с целью включения в деятельность НТО международных организаций судостроителей. В марте 2004 г. между НТО судостроителей и Британским институтом кораблестроения, науки и технологии (IMarEST) подписано соглашение о сотрудничестве, ранее установлены дружественные связи с обществами морских инженеров Финляндии и Китая. Интерес к деятельности Общества проявляют инженеры Украины, Молдовы и других стран. Судостроители России активно помогают Центральному правлению НТО восстанавливать былое величие своей старейшей общественной организации. ■

**С**овременные проблемы российско-го судостроения, занимавшего во второй половине XX в. ведущее место в мире и создавшего мощный отечественный военный и транспортный флот, отражают общую ситуацию в экономике и промышленности страны, поскольку именно эта отрасль создает сложный высокотехнологичный продукт, аккумулирующий в длительном производственном цикле результаты деятельности широкого круга смежных предприятий и демонстрирующий научно-технологический уровень.

## СИТУАЦИЯ В РОССИЙСКОМ СУДОСТРОЕНИИ

На общем мировом позитивном фоне подъема судостроения сегодняшнее российское судостроение с учетом имеющихся возможностей и потенциальных потребностей выглядит не лучшим образом. Определенный оптимизм внушает рост общего объема производства отрасли (в 2004 г. – на треть по сравнению с 2003 г., причем на 37% – в военном кораблестроении и на 27% – в гражданском судостроении). Отмеченные положительные тенденции наблюдаются в течение последних лет; объем реализации продукции отрасли вырос с 1999 по 2004 г. в 2,6 раза.

Несмотря на относительно высокие темпы роста объемов производства в отечественном судостроении за последние годы и наличие заказов у большинства верфей на ближайший период, сохраняется существенная избыточность имеющихся производственных мощностей, уровень их загрузки составляет около 30%. Активная часть основных производственных фондов в отрасли имеет износ более 60%, а до 95% оборудования имеет возраст более 10 лет [1]. И это в условиях, когда исключительно высока потребность в различных судах и другой продукции судостроения, когда стремительно стареет и нуждается в обновлении отечественный морской и речной флот. А объем мирового судостроительного рынка, достигший 35 млн. брт, стабильно растет. При этом судостроение Южной Кореи занимает более половины в объеме производства судов, основная часть которых (до 250 ед.) строится на верфях Корейской судостроительной ассоциации. Европейские судостроительные заводы сохраняют долю мирового рынка в объеме около 5%, в основном специализируясь на постройке пассажирских и сложных судов.

Для отечественного судостроения характерно отсутствие серьезного обновления основных фондов, слабое внедрение новых организационно-технологических подходов. Например, на многих зарубежных верфях уже от-

# РОССИЙСКОЕ СУДОСТРОЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ФЛОТА

**Е.А. Горин**, д-р эконом. наук, канд. физ.-мат. наук, советник вице-губернатора Санкт-Петербурга

казались от листопривального оборудования, а также не ведется и первичная обработка листов, так как они поступают с прокатных заводов правленными и загрунтованными. Активно внедряются новые технологические решения, например, сборка цилиндрических вставок корпусов с применением модулей бортовых танков массой до 1400 т или сборка трудоемких кормовых оконечностей с машинными отделениями на выделенных специализированных участках [2]. В результате трудоемкость строительства кораблей и судов на отечественных верфях в 4–5 раз выше, чем в Европе, и в 10–15 раз выше, чем в Японии или Южной Корее. Трудоемкость изготовления одной тонны судовых металлоконструкций составляет в России 80–120 чел.-ч. против 25–30 на верфях Германии [3].

Не хотелось бы забывать, что Россия на протяжении по меньшей мере двух столетий занимала место одной из ведущих морских стран. В период СССР отечественный флот постоянно пополнялся и обновлялся, что позволяло стране занимать лидирующие позиции в военном кораблестроении, в научных исследованиях, на мировом рынке перевозок грузов водным транспортом. Достаточно отметить, что до распада СССР торговый флот приносил государству ежегодно до 3 млрд. долл. Ежегодно строилось 60–80 ед. гражданских судов суммарным дедевейтом до 1 млн. т, что позволяло отечественному флоту уверенно держать пятое место в мире по тоннажу и быть самым молодым по среднему возрасту судов.

Сегодня объем мирового рынка судостроительной продукции составляет 70–80 млрд. долл., ежегодная стоимость фрахта судов для перевозки грузов – 230–250 млрд. долл., а добываемых морепродуктов – 35–40 млрд. долл. В этом сегменте мировой экономики Россия могла бы занять достойное место.

Все морские страны имеют систему экономического регулирования национального судостроения и судоходства, по существу – его экономической поддержки. Масштабы такой поддержки настолько велики, что в рамках Организации по экономическому сотрудничеству и развитию (ОЭСР) с целью создания нормальных условий конкуренции в коммерческом судостроении было подписано специальное соглашение, ограничивающее размеры государственного субсидирования, размеры кредитов и сроков их предоставления, а также запрещающее прямую финансовую поддержку. Это соглашение разрешает правительствам оказывать помощь национальным судостроителям лишь в сфере научных исследований и разработок, однако в большинстве стран осуществляется существенно большая государственная поддержка, субсидируется строительство судов в размере до 30% их стоимости. К сожалению, таких преференций отечественное судостроение не имеет.

Неравные с зарубежными судостроителями экономические условия заставили российских судовладельцев и заказчиков судов уйти с отечественного судостроительного рынка, объем гражданского судостроения в России сократился более чем в 5 раз, дедевейт морского торгового флота за последние 10 лет уменьшился в 3,5 раза. Создание в отрасли экономических условий, аналогичных принятым в мировой практике, позволило бы ежегодно экспортировать гражданские суда на 600–800 млн. долл. и военные корабли на 2–3 млрд. долл. [4].

Потребности российских судовладельцев – более 900 судов различного назначения в 1990–2000 гг. не были удовлетворены отечественным судостроением в основном из-за проблемы неплатежеспособности заказчиков и длительных сроков строительства. Подпрограмма «Морской транспорт» федеральной целевой про-



граммы «Модернизация транспортной системы России», утвержденной Правительством России в декабре 2001 г., предусматривает строительство до 2010 г. 300 судов общим дедвейтом около 8 млн. т, а подпрограмма «Внутренний водный транспорт» – постройку до 2005 г. 129 транспортных судов общей грузоподъемностью около 374 тыс. т. Для осуществления программы развития рыбного хозяйства до 2010 г. потребуется построить более 1 тыс. промысловых добывающих судов различных типов. К этому стоит добавить 12–13 уникальных буровых платформ, 8 ледоколов и обеспечивающий флот.

Неумеренные российские налоги, высокие портовые сборы в отечественных морских портах резко снижают прибыль и выводят хозяйственную деятельность национального судоходства в разряд малорентабельных, не позволяют восстанавливать технически изношенный флот, средний возраст которого более 20 лет. Недостаточная государственная поддержка национальному флоту не дает возможности российским судовладельцам конкурировать на мировом рынке морских перевозок. В результате более 60% тоннажа российских судоходных компаний переведены в оффшорные зоны, работают под иностранными флагами, и этот процесс продолжается. Только 6% (вместо 60% ранее) всех внешнеторговых грузов России перевозятся оставшимся малорентабельным российским флотом. Государство теряет более 2 млрд. долл. на аренду иностранного флота для собственных перевозок.

Недостатки российской таможенной политики привели к тому, что отечественные судовладельцы лишены возможности вести активное обновление флота из-за обязательной единовременной уплаты совокупного таможенного платежа в размере 26% от стоимости вновь построенного судна за границей. Такие же таможенные платежи российский судовладелец должен заплатить за покупку судов с использованием варианта фрахтования иностранных судов с последующим выкупом и переходом прав собственности к российскому арендатору (вариант бербоут-чартера), хотя в мировой практике такой способ является одним из источников пополнения флота за счет кредитов банков без использования средств национального бюджета. В России пока не сложилась практика государственной поддержки пополнения флота, таможенные платежи не стимулируют инициативу судовладельцев в новых заказах, уже несколько лет дебатировался на правительственном уровне и в Государственной думе проект закона о поддержке отечественного судостроения.

Не менее тревожная ситуация сложилась с обновлением состава пассажирских и рыбопромысловых судов, а также с совершенствованием отечественного военно-морского флота и созданием современных боевых кораблей.

## ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ФЛОТ В XXI ВЕКЕ

В последнее десятилетие Россия неуклонно теряет статус ведущей морской державы. Российские судоходные компании перевозят лишь 5–6% национальных внешнеторговых грузов и транзитных грузов сопредельных стран, проходящих через морские терминалы России. Более 75% биоресурсов, добываемых в исключительной экономической зоне России, передаются зарубежным потребителям в виде легального экспорта, браконьерских поставок и объемов, добываемых иностранным флотом. Россия практически прекратила использование Северного морского пути, способного обеспечить значительную часть грузопотоков между Европой, Северной Америкой и странами Азиатско-Тихоокеанского региона, существенно сократила все виды своей деятельности и присутствие в Мировом океане, который был и остается важнейшим источником продовольственных и сырьевых ресурсов.

К 1991 г. транспортный флот СССР включал 1576 судов общим дедвейтом 20 млн. т. Ежегодно морем перевозилось до 250 млн. т внешнеторговых грузов. В результате распада СССР страна потеряла не только значительную часть портов и верфей, но и действующих судов, в том числе танкеров ледового класса, рефрижераторов, морских паромов. Общий тоннаж сократился с 13 млн. т в 1992 г. до 11,7 млн. т – в 2000 г.

Сегодня транспортные компании работают в жестких конкурентных условиях. Российский морской торговый флот в 2005 г. занимал уже 25-е место в мире, а по общему тоннажу – 13-е. На начало 2005 г. контролируемый Россией морской транспортный флот состоял из 1553 судов общим дедвейтом 13,6 млн. т, 51% тоннажа которых эксплуатируется под «удобными» флагами. Причем если средний возраст флота под иностранными флагами – около 7 лет, то судов под российским флагом – 22 года.

В результате иностранные фрахтователи оперируют до 96% российской грузовой базы, и, соответственно, исключительно усилилась зависимость российской экономики от ситуации на мировом фрахтовом рынке.

Доля судов, построенных в России, не превышает 6% общего тоннажа судов, построенных по заказам россий-

ских судовладельцев за последние 10 лет. Под чужим флагом зарегистрировано более половины тоннажа, а в 2004 г. 98% вновь построенных судов было зарегистрировано в оффшорных зонах.

Принятием закона «О внесении изменений и дополнений в отдельные законодательные акты в связи с созданием Российского международного реестра судов» в конце 2005 г. завершилась многолетняя работа по созданию Российского международного реестра судов. Согласно этому закону, в Российском реестре регистрируются те суда, которые используются для международных грузовых и пассажирских перевозок. При этом возможна регистрация судовладельцами не только собственного флота, но и судов, привлеченных на условиях аренды. Свою регистрацию в Российском реестре суда должны будут подтверждать ежегодно, оплачивая каждый год регистрационный взнос и так называемый потоннажный сбор. Таким образом, под российский флаг может вернуться около 750 морских судов суммарным дедвейтом 17 млн. т.

Принятый закон о реестре предусматривает большие налоговые льготы: нулевую ставку НДС и полное освобождение от таможенной пошлины. Эти меры позволяют причислить российский флаг к разряду «удобных» для судоходства флагов и смогут привлечь российских судовладельцев регистрировать свой флот в России, а не в оффшорах. Финансовый эффект от дополнительного фрахта, полученного российскими судовладельцами, может составить более 2 млрд. долл.

В настоящее время под флагом России работает около 200 крупнотоннажных судов общим дедвейтом около 2,6 млн. т, а небольшие суда за счет низких фрахтовых ставок не приносят больших доходов. В результате годовой доход российских судовладельцев за счет фрахта составляет около 300 млн. долл., что составляет несколько процентов мирового рынка.

Вместе с тем, в отличие от других морских государств, в России отсутствует сводный закон о государственном управлении морской деятельностью или о морской политике, а реальной поддержки отечественному судостроению государство не оказывает. В таких условиях выжить многим российским верфям помогают иностранные заказы. За строительство судов типа «река–море» отечественным заводам приходится жестко конкурировать с украинскими верфями, которые в последние годы активно развиваются благодаря государственной поддержке и могут себе позволить снижать цены. Один из таких заказов реализуется на ОАО «Выборгский судостро-

строительный завод», где в 2006 г. будет сдан третий танкер для «Казмор-трансфлота». На ОАО «Невский судостроительно-судоремонтный завод» в г. Петрокрепость выполняется заказ на строительство 12 портовых буксиров для голландской компании «Damen».

Опыт показывает, что более успешно работают на мировом судостроительном рынке российские верфи, входящие в состав крупных финансово-промышленных групп. Концентрация ресурсов позволила загрузить заказами ОАО «Волгоградский судостроительный завод», где спущен третий сухогруз из заказанных шести для «Palmali Shipping», и ОАО «Завод «Красное Сормово», где в июле 2005 г. сдан девятый танкер для «KSS Shipping». Последние два предприятия входят в группу «Морские и нефтегазовые проекты», которая контролирует в Санкт-Петербурге ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз».

Попытки консолидации остаются для отечественных судостроительных заводов тенденцией, характерной для последних лет. Таким примером является выкуп осенью 2005 г. активов ОАО «Балтийский завод» у группы ИСТ «Объединенной промышленной корпорацией», связанной с Международным промышленным банком. Сделка поставила точку в конфликте между ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь», также контролируемой «Объединенной промышленной корпорацией», и прежними владельцами ОАО «Балтийский завод» за экспортные заказы. Теперь два предприятия будут работать скоординированно. В дальнейшем можно ожидать усиления альянсов судостроителей и металлургов, поскольку спрос на толстолистовую сталь на мировом рынке во многом определяется именно политикой судостроителей.

Основным заказчиком больших гражданских судов у нас становится ОАО «Совкомфлот», которое владеет 48 судами (в числе которых – 36 танкеров) общим дедвейтом 3,6 млн. т. Программа пополнения флота этой компании связана с обслуживанием российской грузовой базы, в которой все больше заказов связано со строительством танкеров для морских перевозок нефти и сжиженного газа. ОАО «Совкомфлот» подписало соглашение о строительстве на ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь» серии многоцелевых сухогрузов дедвейтом 10–12 тыс. т и танкеров для перевозки сжиженных газов. Эта компания также заказала ФГУП «Адмиралтейские верфи» строительство серии из шести танкеров-продуктовозов дедвейтом 47,4 тыс. т для вывоза нефти и газового конденсата с шельфа Баренцева и Карского морей. Контракт

оценивается в 160 млн. долл., в том числе до 40% из средств ОАО «Совкомфлот», а остальное – за счет займов в иностранных банках. Кроме того, ФГУП «Адмиралтейские верфи» совместно с финским конструкторским бюро «Aker Arctic Technology Inc» выполняет контракт на проектирование и строительство в 2007–2008 гг. двух высокоманевренных танкеров усиленного ледового класса дедвейтом 70 тыс. т для вывоза нефти, добытой ЗАО «Севморнефтегаз» дочерней компании ОАО «Роснефть» с Приразломного месторождения.

В последнее время крупным заказчиком становится и государство, которое намерено обновлять военно-морской и ледокольный флот. На ОАО «Балтийский завод» подготовлена загрузка атомного реактора и до конца 2006 г. планируется начать ходовые испытания ледокола «50 лет Победы». Этому предприятию ФГУП «Росморпорт» заказал три дизель-электрических ледокола общей стоимостью 150 млн. долл. Благодаря выполнению этих заказов, оборот ОАО «Балтийский завод» в 2004 г. увеличился до 9,7 млрд. руб., получена прибыль в 100 млн. руб.

Однако основную загрузку отрасли все же формируют частные фирмы, которые в основном заказывают наливные суда и универсальный флот типа «река–море». Именно сухогрузами планирует пополнить свой флот ОАО «Беломорско-Онежское пароходство», для которого на ОАО «Онежский ССЗ» в Карелии строится 10 теплоходов смешанного плавания грузоподъемностью 5,4 тыс. т.

### КАКОЙ ФЛОТ НУЖЕН РОССИИ?

На сегодняшний день из 89 субъектов Российской Федерации 22 являются приморскими, но законодательно они не отличаются от сугубо континентальных. В России сейчас насчитывается порядка 2000 районов, не считая других, более мелких административно-территориальных единиц. Из них около 300 – приграничные, т.е. примыкающие к сухопутной государственной границе или к морскому побережью. Из названного числа приграничных районов, включающих муниципальные образования, к морю примыкают около 130.

Заметим, что более 60% российских экспортно-импортных грузов перевозится водным транспортом, запасы нефтегазового сырья на шельфе северных морей оцениваются в 100 млрд. т нефтяного эквивалента,  $\frac{3}{4}$  протяженности границы России приходится на водные пространства. Нужен и новый рыбопромысловый флот.

Основной инвестиционный спрос на мировом рынке судостроения создают морские перевозчики. Ежегодно на мировых верфях размещаются заказы более чем на 2,5 тысячи судов общей стоимостью свыше 50 млрд. долл. Более 80% новых судов строятся на верфях в странах Азиатско-Тихоокеанского региона, а на долю российского судостроения приходится около 1% мировых заказов, по стоимости – менее 0,3%. К сожалению, российский кредитный рынок организован таким образом, что банки не заинтересованы в финансировании торгового судостроения.

Вместе с тем морские перевозки – один из ведущих сегментов мирового страхового рынка. Ежегодные страховые взносы за суда составляют около 10 млрд. долл., свыше 8 млрд. долл. – за грузы. Российским перевозчикам и судоходным компаниям невыгодно страховаться на национальном рынке, в результате более 85% страховых договоров заключается с иностранными страхователями.

Определенные действия по развитию отечественной морской инфраструктуры намечены федеральной целевой программой «Модернизация транспортной системы РФ на 2002–2010 гг.». За пять лет пропускная способность российских портов должна увеличиться почти вдвое – до 542 млн. т в год. В этом случае зарубежные стивидорные компании лишатся существенного дохода, потеряв 90% грузов российских предприятий.

Программа предусматривает реализацию комплексных инфраструктурных проектов, направленных на повышение привлекательности российских транспортных коридоров за счет ускорения доставки, внедрения логистических и информационных технологий, комплексной модернизации и обустройства железнодорожных и автомобильных, морских и речных пунктов пропуска через государственную границу России.

Вторым направлением является комплексная модернизация экспортной транспортной инфраструктуры, направленной на обеспечение экспорта стратегических товаров, прежде всего энергоносителей. В данном случае предусматривается модернизация существующей портовой инфраструктуры, входящей в систему международных транспортных коридоров, и строительстве новых морских терминалов, что позволит переключить экспортные потоки на российские порты и снизить риски, связанные с использованием коммуникаций, которые Россия контролирует не полностью.

Кроме того, должен быть обеспечен выход на полную проектную мощность Балтийской трубопроводной си-





# АЛМАЗ

Центральное Морское  
Конструкторское Бюро



E-mail: [office@almaz-kb.sp.ru](mailto:office@almaz-kb.sp.ru),  
<http://www.almaz.info>





## SEVERNOYE DESIGN BUREAU

### СЕВЕРНОЕ ПРОЕКТНО- КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО



Северное проектно-конструкторское бюро – ведущая фирма России по проектированию кораблей и судов. По проектам бюро построено более 150 судов суммарным водоизмещением около 0,7 млн. тонн: сухогрузы и контейнеровозы, рефрижераторы и химовозы, а также специализированные суда.

Обладая высоким научно-техническим потенциалом, Бюро предоставляет услуги по разработке проектов судов и обеспечению их строительства на российских и зарубежных верфях:

- сухогрузных судов неограниченного района плавания и смешанного плавания;
- многоцелевых судов ледового плавания;
- танкеров и химовозов;
- пассажирских судов;
- специализированных судов.

Severnoye Design Bureau is a leading firm in Russia in the field of warship and commercial vessel design. More than 150 vessels of 0.7 million tons total displacement such as dry cargo and container vessels, refrigerators and chemical vessels as well as the special purpose vessels were built according to our Bureau's designs.

Having high scientific and technical potential our Bureau is able to provide services in development of vessel projects and further construction by the Russian and foreign shipyards:

- Dry cargo oceangoing and sea/river going vessels;
- Multi-purpose ice vessels;
- Tankers and chemical carriers;
- Passenger vessels;
- Special purpose vessels.





стемы в сочетании с созданием системы управления движением судов на Балтике, что значительно увеличит экспортные возможности и повысит независимость России при поставке нефтеналивных грузов на мировой рынок. Динамика решения задач транспортировки стратегических энергоносителей должна учитывать согласованное развитие трубопроводного транспорта, морских и железнодорожных технологий. Это важно не только для экономики, но и для повышения транспортной безопасности страны.

Следует в этой связи отметить перспективы строительства силами отечественных судостроительных предприятий платформ для разведки и добычи полезных ископаемых и различных вспомогательных плавсредств. К этому сегменту относится проект плавучей атомной электростанции, практическая реализация которого начнется в 2006 г. российским государственным концерном по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях «Росэнергоатом» в Северодвинске. Создана специальная Дирекция строящихся плавучих атомных электростанций – филиал концерна, которая будет курировать работы по сооружению первой атомной тепловой электростанции (АТЭС).

Проект головной АТЭС малой мощности на базе плавучего энергоблока с реакторными установками «КЛТ-40С» будет осуществлен в соответствии с Федеральной целевой программой «Энергоэффективная экономика на 2002–2005 гг. и на перспективу до 2010 г.». Кроме того, в Опытно-конструкторском бюро машиностроения им. Африкантова в Нижнем Новгороде разработаны проекты реакторных установок для плавучих АЭС мощностью от 3 до 40 МВт для работы в условиях Крайнего Севера, Камчатки и Дальнего Востока. Общим для всех проектов плавучих атомных электростанций является использование основных технических решений, применяемых в судовых и корабельных реакторных установках, стоимость строительства одной станции мощностью 3 МВт составляет около 20 млн. долл., а срок службы – до 50 лет.

Ну и, наконец, о военной составляющей. В политическом плане характерно, что берега, дающие России возможность свободного выхода в моря и океаны, достались ей в результате трехсот лет крайнего напряжения сил и неоднократно подвергались нападению со стороны других морских держав. В конце XX в. большинство таких мест на Балтийском, Черном, Азовском и Каспийском морях по известным причинам было утрачено, и в настоящее время эти берега входят в состав тер-

риторий вновь образовавшихся стран, которые перешли или в обозримом будущем, вероятно, перейдут под эгиду НАТО.

Проблема охраны морских границ, создание современных средств для этих целей остается весьма важной. Достаточно напомнить, что сегодня на побережье Каспийского моря на основе бывших советских аэродромов развернута полноценная система базирования военно-воздушных сил НАТО, которые при определенных условиях способны обеспечить себе господство в воздухе над акваторией со всеми вытекающими последствиями для России.

Что касается флота для морской и океанской зоны, то этот вопрос будет рассмотрен ниже.

### **ФЛОТ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ДОБЫВАЮЩИХ ОТРАСЛЕЙ**

Тема флота, плавсредств и морского оборудования для обслуживания разведки, добычи и транспортировки сырьевых ресурсов в прибрежных районах, на шельфе и в открытом море, частично затронута выше, заслуживает отдельного рассмотрения, поскольку это не только важнейший элемент российской экономики как база для национальной энергетики и экспортный ресурс, но ключевой и перспективный предмет деятельности отечественной судостроительной отрасли.

Отметим, что ресурсы, которые будут в ближайшем будущем востребованы мировой экономикой, находятся именно в вышеуказанных районах. Большинство экспертов связывают будущее нефтегазового комплекса России с развитием и разработкой месторождений на Арктическом шельфе. По имеющимся оценкам, интерес для поиска нефти и газа представляют 6 млн. км<sup>2</sup>, значительная часть которых приходится на северные моря. Однако сегодня изучено только 2% всех запасов континентального шельфа.

Правительство РФ приняло «Долгосрочную государственную программу изучения и воспроизводства минерально-сырьевой базы на период 2005–2020 гг.», согласно которой шестая часть средств, выделяемых в стране на освоение минеральных и энергетических ресурсов, будет направлена на разведку минеральных и энергетических ресурсов шельфа. Достаточно привести несколько примеров российского сырьевого запаса.

Штокмановское газоконденсатное месторождение расположено в центральной части Баренцева моря. Запасы месторождения оцениваются в 3,2 трлн. м<sup>3</sup> газа и 31 млн. т конденсата. Добыча газа на Штокмановском месторождении начнется в 2010 г., а к 2012 г. выйдет на полную мощность.

Экспорт сжиженного природного газа будет осуществляться в США (25% поставок) и Европу. Проект разработки этого месторождения, в котором участвуют французская компания «Total», американские «Chevron» и «ConocoPhillips», норвежские «NorskHydro» и «Statoil», оценивается в 10 млрд. долл.

Ресурсная отрасль привлекает большое внимание западного капитала. ОАО «Нефтяная компания «Роснефть» и «Korea National Oil Corporation» (Южная Корея) подписали договор, согласно которому KNOC приобретает у «Роснефти» долю в 40% в управляющей компании по проекту освоения участка Западно-Камчатского шельфа – «West Kamchatka Holding BV». Планируется, что оператором проекта выступит 100%-ное дочернее предприятие «West Kamchatka Holding BV» – ООО «Камчатнефтегаз».

Прогнозные ресурсы участка Западно-Камчатского шельфа площадью 60 тыс. км<sup>2</sup> оцениваются предварительно в 900 млн. т условного топлива в 26 перспективных районах. Данный проект сопоставим по масштабам с проектами «Сахалин-1» и «Сахалин-2».

Согласно предварительным оценкам, Россия к 2015 г. сможет ежегодно экспортировать в страны Азиатско-Тихоокеанского региона более 50 млн. т углеводородов с Дальнего Востока и из Восточной Сибири.

Надо отметить, что западные компании активно внедряют так называемые технологии «виртуальной реальности» – скважины с боковыми стволами, управляемые посредством компьютеров, глубоководное бурение и подводные добычные установки. В рамках проекта «Troll Pilot» норвежские компании установили вблизи о. Берген на глубине 340 м первый в мире подводный сепаратор, который выделяет из выходящего из скважины потока всю воду и закачивает ее обратно в грунт. Размещение подобных установок позволяет снизить затраты на добычу нефти и сделать добычу более экологически безопасной. Платформы в этом случае могут стать меньше по размеру и легче, а в ряде случаев можно будет обходиться и без них. Предлагается применить эти технологии для освоения Штокмановского газоконденсатного месторождения в Баренцевом море.

Сохраняется проблема участия собственных промышленных предприятий в реализации ресурсодобывающих проектов. Яркий пример – история с компанией «Росшельф», которой в свое время указом Президента России были выданы лицензии на Штокмановское и Приразломное месторождения. Создавали ее с целью проложить для на-

шей страны дорогу на Арктический шельф и обеспечить загрузку предприятиям и организациям отечественного оборонно-промышленного комплекса, в частности, верфям Северодвинска. Именно поэтому среди учредителей компании «Росшельф» изначально оказались ФГУП «Севмашпредприятие», ФГУП ЦКБМТ «Рубин», ФГУП ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, ФГУП ЦНИИ «Прометей», РНЦ «Курчатовский институт», а также ОАО «Северсталь», «Ижорские заводы», «Кировский завод». Однако сегодня ЗАО «Росшельф» – всего лишь дочерняя компания ОАО «Газпром» под номером 30 в списке из 50 предприятий и организаций, в которых газовый монополист имеет менее 50% акций.

Весьма важным в рассматриваемом вопросе становится уточнение правового режима Северного морского пути, который определен как «исторически сложившаяся национальная единая транспортная коммуникация Российской Федерации в Арктике». Однако позиция некоторых других стран, прежде всего США, заключается в том, что плавание по Северному морскому пути должно осуществляться на основе исключительно норм международного морского права, без учета суровых арктических условий, хрупкой экосистемы Арктики, исторических прав арктических государств. Реализация такого подхода привела бы к интернационализации Северного морского пути.

США решили осваивать Арктику и добывать нефть на Арктическом шельфе. В ноябре 2005 г. Сенат пересмотрел действовавший десятилетия запрет на разработку нефтяных месторождений в Арктическом национальном заповеднике дикой природы на Аляске, причем добытая нефть пойдет исключительно на американский внутренний рынок. Таким образом, борьба за мировые ресурсы, в которой участвуют промышленно-развитые страны и быстрорастущие азиатские экономики, обостряется. При этом крупных перспективных развивающихся центров добычи углеводородов на Земле всего два: Арктический шельф (Норвегия, Россия, США, Канада) и Северо-Восточная Сибирь (Россия). В США вызревает концепция, согласно которой, американские компании должны присутствовать в российской арктической зоне и не допустить прихода туда европейских и азиатских конкурентов. В условиях отсутствия четкой стратегии освоения Арктики, Россия может потерять суверенитет на арктических территориях и предмет деятельности для отечественной судостроительной промышленности.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ВМФ

Сложное состояние российского ВМФ не требует комментариев, и дело не только в обороноспособности страны. Руководство США так оценивает роль военно-морских сил при разработке стратегий до 2035 г.: «В изменившихся условиях безопасности перед ВМС будут ставиться задачи исключительно нетрадиционные, отличные от боевых действий». Речь идет о гуманитарной эвакуации, оказании помощи при стихийных бедствиях и техногенных авариях, охрана рыболовства и других экономических интересов, пресечение контрабанды и любых противоправных действий.

Вспомним, что период 1970–1980 гг. можно назвать золотым веком нашего военно-морского флота. Именно к концу 1980-х гг. флот достиг высочайших показателей боевого могущества и стал вторым в мире по количественному составу носителей – 1985 ед. и боевому потенциалу после ВМФ США. В то же время, если в 1989 г. судостроительная промышленность СССР построила по заказам ВМФ 50 ед. – подводных лодок, боевых кораблей и судов обеспечения, то в 1994 – 11, в 1995 – 9, в 1996 – 6, а в 1997–2000 – по 1–3 ед. [5].

За годы реформ боевой состав флота существенно сократился. С 1985 по 2003 г. число боевых надводных кораблей уменьшилось с 703 до 146, из них океанской и морской зон – с 380 до 70. В итоге наш флот по своим боевым возможностям сегодня уступает: на Балтике – шведскому и финскому флотам – в 2 раза, немецкому флоту – в 4 раза; на Черном море – турецкому флоту – в 2–3 раза; ВМС Англии и Франции – в 5–8 раз; ВМС США – в 20–30 раз.

Оперативные возможности ВМФ по решению возлагаемых на него задач сократились по океанской зоне в 3–4 раза. Океанская зона остается доступной только для наших атомных и дизельных подводных лодок. Именно эти боевые корабли на сегодня остаются и останутся в обозримой перспективе одним из главных ударных компонентов нашего флота и олицетворяют его все еще существенный боевой потенциал.

Надводным кораблям вынужденно остается только ближняя морская и прибрежная зона в тех районах, где возможно осуществить прикрытие наших сил наземными зенитными средствами и береговой авиацией. Наряду с очень скромными объемами строительства новых кораблей и общим снижением возможностей оборонной промышленности, существенно сузилась система базирования флота. Россия ограничена в выходе к двум важней-

шим по расположению на евроазиатском континенте морям – Балтийскому и Черному. Из системы судостроения и судоремонта выпали производственные узлы заводов Украины, Прибалтики, Грузии, Азербайджана.

По имеющимся прогнозам, при сохраняющимся темпе и количестве вступающих в состав флота новых кораблей к 2010 г. у нас остается около 100 кораблей всех классов и типов, большинство из которых – постройки 1980-х гг.

Вместе с тем имеются и определенные положительные тенденции. За последние годы существенно выросло финансирование флота, что вполне понятно. В прямое столкновение с войсками потенциального противника Россия в ближайшее время вступать вроде не собирается. Одновременно стоит вопрос сохранения геополитического влияния, инструментами которого служат как раз океанские корабли и, разумеется, ядерные вооружения. Значительная часть ядерного арсенала размещена на атомных подводных лодках, а они нуждаются в прикрытии надводными силами. К тому же необходимо контролировать большой и богатый полезными ископаемыми морской шельф.

За последние четыре года для российского флота было заложено 7 боевых кораблей общей стоимостью около 600 млн. долларов, в том числе четыре корвета и фрегат. В планах до 2015 г. – построить 10–20 корветов, 3–4 фрегата и заложить головной эсминец новой серии. Дальше можно будет говорить о строительстве авианосцев, разработка проекта которого уже финансируется. «В перспективе Военно-морской флот будет иметь в своем составе несколько авианосцев. Нам не нужно иметь 12, как у США, но такие корабли в составе ВМФ должны быть», – заявил главком ВМФ РФ В. Масорин 1 февраля 2006 г. в Санкт-Петербурге на церемонии закладки нового фрегата «Адмирал Горшков».

## МИРОВОЙ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ РЫНОК И МЕСТО РОССИИ

После длительного периода спада, сопровождавшегося закрытием многих судовой верфей, в Европе наблюдается оживление в судостроении, основными причинами которого являются рост спроса на новый тоннаж в условиях высокого фрахтового рынка, перезагруженность основных производителей судов в азиатском регионе и рост цен на металл.

Например, удвоение стоимости металла за несколько последних лет в значительной степени сгладило такой фактор, делающий неконкурентоспособными западноевропейские верфи,



как высокая зарплата персонала. Доля заработной платы в стоимости судов существенно снизилась. С другой стороны, судовладельцы не хотят пропустить нынешний подъем фрахтовых ставок на перевозки. А поскольку южнокорейские и японские верфи загружены заказами на три года вперед и более, судовладельцы вновь обращаются к европейским верфям. Правда, стоимость рабочей силы еще играет заметную роль в формировании конкурентоспособной цены судов, и не случайно поток заказов не обошел такие страны со скромным размером зарплат персонала, как Хорватия, Турция или Румыния.

В опубликованном британским журналом «Fairplay Solution» списке 10 крупнейших судостроителей Европы, находится Украина. Критерием попадания в список была валовая вместимость судов, строящихся на верфях или находящихся в портфеле заказов на начало 2005 г. Отмечается при этом, что число строящихся или заказанных судов в 2005 г. на 40% превышает аналогичные показатели 2004 г.

Кстати, Украина в этом списке (см. табл.) потеснила такие страны, как Испания и Нидерланды. Испания вообще не попала в список десятки крупнейших в Европе, вероятно, первый раз в своей истории. Связано это с тем, что судостроительная промыш-

как системный кризис, который проявляется в существенном росте стоимости и сроков строительства кораблей и судов, отсутствии развития и потере ряда технологических направлений, усиливающемуся вытеснении российских товаропроизводителей не только с мирового, но и с внутреннего рынка.

В последние годы судостроение вышло на лидирующее место по поставкам продукции по линии военно-технического сотрудничества. Однако основу этого в большинстве случаев составляют технологические разработки 80-х гг. прошлого века, а снижение уровня научных исследований и отсутствие переоснащения отечественных заводов, наряду с развитием собственной производственной базы потенциальных зарубежных покупателей, уже в ближайшее время могут существенно уменьшить интерес к экспортной продукции отрасли.

Значительная доля производственного потенциала и определяющая часть научно-проектных организаций российского судостроения сосредоточены в Санкт-Петербурге. Научно-технический задел и опыт, полученный петербургскими судостроителями при создании уникальных кораблей для отечественного военно-морского флота, стал основой для эффективных разработок энергетического и бурового оборудования, систем управления технологичес-

Современный подход к внутриотраслевой организационной перестройке промышленности предусматривает четыре возможных варианта:

- профильный, базирующийся на интеграции предприятий с близкими технологическими возможностями и схожей номенклатурой продукции;
- продуктовый, соединяющий несколько предприятий в единую технологическую цепочку от проектирования до сдачи, обслуживания и утилизации конкретной номенклатуры изделий;
- территориальный, объединяющий смежные предприятия на относительно локализованной территории или в пределах одного региона;
- по принадлежности собственности. Очевидно, что на практике обычно реализуется компромиссная схема, учитывающая все реально сложившиеся отношения. Ситуация характерна для всех сфер экономики, а в преобладающей доле промышленной собственности в судостроении реально сосуществуют интересы государства и бизнеса, но нет четко прописанных процедур их взаимодействия ни в производственной деятельности, ни в структурной, инвестиционной, научно-технической политике, разделении прибыли, налоговой политике и т.д. Приватизация отрасли в начале 90-х гг.

велась на весьма либеральных условиях – по сути, директор каждого предприятия сам должен был решить, остаться у государства или уйти в «самостоятельное плавание». Сегодня даже в одной промышленной структуре в ряде случаев переплетаются интересы государства и негосударственных форм собственности, чего не было раньше в промышленности России.

Типичным примером создавшейся ситуации стало петербургское судостроение, поскольку в Санкт-Петербурге сосре-

*Заказы судов на верфях европейских стран в 2005 г.*

| Страна    | Сухогрузы |           | Танкеры |           |
|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|
|           | кол-во    | рег. т    | кол-во  | рег. т    |
| Германия  | 6         | 120 521   | 123     | 2 841 033 |
| Польша    | 6         | 218 960   | 122     | 2 661 219 |
| Хорватия  | 54        | 1 790 525 | 83      | 2 440 198 |
| Италия    | 17        | 152 500   | 90      | 2 036 347 |
| Дания     | -         | -         | 17      | 1 390 050 |
| Румыния   | 20        | 326 308   | 98      | 1 248 323 |
| Турция    | 97        | 529 360   | 150     | 710 708   |
| Финляндия | -         | -         | 9       | 620 200   |
| Франция   | 3         | 243 700   | 10      | 422 350   |
| Украина   | 5         | 136 242   | 37      | 411 861   |

ленность страны оказалась в значительной мере парализована интенсивной кампанией против незаконных субсидий ряду испанских верфей, которую вела Европейская комиссия.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РЕФОРМИРОВАНИЯ РОССИЙСКОГО СУДОСТРОЕНИЯ**

Несмотря на некоторые положительные тенденции, показанные выше, современное состояние отечественного судостроения можно характеризовать

кими процессами, железнодорожного подвижного состава и многого другого. Сейчас на шести судостроительных, семи машиностроительных и девяти приборостроительных промышленных предприятиях отрасли занято более 45 тыс. чел., более 20 тыс. – в десяти судовых конструкторских бюро, шести конструкторских бюро машиностроения и приборостроения, двенадцати научно-исследовательских институтах. С учетом смежных предприятий судостроение дает работу почти 400 тыс. жителей Санкт-Петербурга.

доточен основной потенциал этой важнейшей отрасли экономики: от подготовки кадров и базовой морской науки до верфей, выпускающих все виды кораблей и судов, включая практически всю комплектацию. Предприятия, действовавшие в технологической цепи, демонстрируют все возможные виды собственности. Отсюда сложнейшая задача на федеральном и региональном уровне – найти равновесие в реализации государственных интересов и создании наилучших условий для функционирования крупной промышлен-

ности, создания научного задела и развития частного предпринимательства.

Крупные проекты, связанные с реальной структурной перестройкой отечественной промышленности и затрагивающие национальные интересы, интересы региона и ряда корпоративных финансовых институтов, такие, например, как концепция реформирования петербургского судостроительного комплекса – проект «Верфи Санкт-Петербурга» [6, 7], могут быть реализованы только в рамках комплексного подхода на основе принципа профильного построения промышленного комплекса.

Учет приведенных выше положений позволяет сделать вывод о необходимости на новом уровне осуществить концентрацию производственных, интеллектуальных и финансовых ресурсов путем создания в Санкт-Петербурге регионального судостроительного комплекса с профильным принципом построения, использующим положительные стороны отраслевого, территориального и корпоративного подходов. Это позволит оптимизировать управленческую, финансовую и производственную структуру петербургской промышленности, последовательно ликвидировать дублирующие и нерентабельные производства, осуществить концентрацию финансовых и технологических ресурсов с формированием конкурентоспособного научно-производственного комплекса со структурой управления, соответствующей современным требованиям и объективно сложившейся ситуации, «прозрачной» формой собственности, высоким потенциалом и привлекательным имиджем, позволяющим использовать эффективные экономические схемы и инвестиционные решения, а также обеспечить развитие центральной части Санкт-Петербурга за счет освобождения значительных площадей, занимаемых судостроительными заводами, с последующим высокорентабельным использованием привлекательных территорий в устье реки Невы.

Вспомним, что в период активной проработки проекта в 1997–1998 гг. уже была возможность строительства нового моста в продолжение Кожевенной линии Васильевского острова. Значит, проблемы транспортного сообщения в этой части города были бы в значительной степени решены, не понадобилось бы сооружение дорогостоящей временной переправы во время предстоящей реконструкции моста лейтенанта Шмидта, а Западный скоростной диаметр, возможно, мог бы пройти по другому.

Первоочередной и важнейшей составляющей проекта «Верфи Санкт-Петербурга» является формирование единой структурной схемы, которая, не

нарушая складывающиеся рыночные отношения, позволила бы оптимизировать управленческие, финансовые, технологические, конструкторские и производственные функции, обеспечив развитие научной базы, обновление производственных мощностей и высокую конкурентоспособность отечественной продукции.

Для Санкт-Петербурга, практически не имеющего ресурсных запасов, важным элементом стратегии развития становится формирование профильных структур на основе базовых промышленных предприятий и новых технологических направлений, что, в первую очередь, относится к судостроению, с реализацией информационных, культурно-образовательных и логистических функций.

Именно такой подход соответствует современной мировой практике, в определенной мере реализуется ведущими транснациональными корпорациями. Достаточно отметить создание в конце 2002 г. двумя французскими промышленными гигантами «DCN» и «Thales Naval France» при активном участии государства компании «Armaris» с целью концентрации усилий в сфере кораблестроения и вооружений, завоевания новых международных рынков. Причем, национальная компания «DCN», в которой занято 72% работающих в кораблестроении Франции, имела в 2003 г. портфель заказов на общую сумму 7,6 млрд. евро и ежегодный оборот до 2005 г. на уровне 1,8 млрд. евро [8]. Аналогичные действия осуществляет Италия на базе концернов «Fincantieri» и «Finmeccanica».

Созданная в начале 2002 г. компания «Aker Kveaerner Yards» координирует работу 12 верфей в Европе, 1 – в США и 1 – в Бразилии. В Японии объединились семь главных участников судостроительного рынка «Mitsubishi», «Kawasaki», «Mitsui», «Sumitomo», «IHI», «Hitachi» и «NKK» в три крупных сообщества. Кстати, это слияние воспринимается верфями-конкурентами как шаг к консолидации, который будет способствовать росту производительности партнеров, а не как сокращение национальных судостроительных мощностей [9].

Основная часть судостроительной промышленности Китая (а это более 600 верфей, из которых 17 – крупные), как впрочем и других ключевых отраслей, находится в государственной собственности и входит в состав корпораций «China Shipbuilding Industrial» и «Corporation China State Shipbuilding Corporation», курируемых министерством машиностроительной промышленности. Количество построенных на китайских верфях судов выросло с

22 ед. в 1992 г. до 179 – в 2005 г. с суммарным дедвейтом 0,6 и 7,2 млн. т соответственно. Число заказанных судов в 2005 г. превысило 900 ед. Отметим, что осуществляется серьезная реорганизация отрасли, направленная на повышение конкурентоспособности на мировом рынке. Возрастает число акционерных предприятий, размещающих акции на фондовых биржах с целью привлечения иностранных инвестиций и увеличения оборотного капитала.

Возвращаясь к проблеме реформирования структуры отечественного и петербургского судостроения, напомним, что принцип единого управления петербургским судостроением имеет серьезные исторические аналогии. Еще в 1908 г. казенные заводы Морского министерства – Балтийский и Адмиралтейский – управлялись объединенным Правлением, а в 20-х гг. «Судотрест» объединял все судостроительные предприятия города. В 1996 г. финансовая группа ОНЭКСИМ банка создала ЗАО «Объединенные балтийские верфи», существование которого прекратилось из-за смены собственников ОАО «Балтийский завод» и ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь».

Что касается осуществления преобразований в настоящий период, то интересам федеральных органов власти соответствует профильный и продуктивный вариант организационной перестройки национального судостроения. Так, в течение уже нескольких лет предлагаются схемы интегрирования предприятий, расположенные от Мурманской области до Приморского края, имеющие принципиально разные производственные программы и финансовое положение. Такие варианты, в частности, были прописаны в федеральной целевой программе «Реформирование оборонно-промышленного комплекса (2002–2006 гг.)», утвержденной постановлением Правительства России от 11.10.2001 № 713. Схемы подобного типа предлагаются и в настоящее время, однако серьезных интеграционных решений пока не реализовано.

Федеральным агентством по промышленности в текущем году на рассмотрение Правительства РФ будет предложена концепция развития отечественного судостроения и программа реформирования отрасли, в результате реализации которой предполагается создание двух-трех мощных интегрированных структур. Идея не новая, однако, пример создания Объединенной авиастроительной компании показывает, что такие задачи быстро не решаются. В отрасли предполагается формирование объединенной структуры подводного судостроения и концер-



на надводного судостроения для обеспечения всего крупнотоннажного военного флота. Кроме того, по-видимому, может быть создан концерн средне- и малотоннажного судостроения, включающий создание судов вспомогательного флота, ракетных, патрульных катеров, а также всех тех сил и средств флота, без которых он не может быть дееспособным.

Следует отметить, что в современных условиях соединение успешных и кризисных предприятий, кроме того находящихся за тысячи километров друг от друга, представляется весьма проблематичным. Более того, примеры альянсов типа ООО «Концерн средне- и малотоннажного кораблестроения» или Государственного российского центра атомного судостроения не дали реального результата.

Вместе с тем интеграция с использованием в качестве базового принципа территориального, а как сопутствующих – профильного и продуктового, может оказаться для Санкт-Петербурга наиболее эффективной. Кроме того, здесь еще имеется достаточное число государственных предприятий судостроительного профиля и значительны государственные пакеты для некоторых родственных предприятий. Имеется реальная возможность формирования в Санкт-Петербурге государственной судостроительной корпорации – головного исполнителя многих существующих и потенциальных заказов.

Основой для такой структуры, несомненно, могли бы стать федеральные предприятия, в первую очередь, «Адмиралтейские верфи» и «Средне-Невский судостроительный завод», проектные бюро «Северное ПКБ» и ЦМКБ «Алмаз», а также ряд организаций Министерства обороны, включая «Кронштадтский морской завод».

Автор остается приверженцем концепции организации судостроительной корпорации именно в Санкт-Петербурге. Территориальный принцип в данном случае вполне обоснован, предпосылки для реализации такого подхода обусловлены всей практикой развития отечественного судостроения, а государственные интересы будут обеспечены в наибольшей степени [10].

С созданием такой структуры в Санкт-Петербурге может быть осуществлена концентрация производственных мощностей и построение четкой технологической кооперации, ликвидация дублирующих производств и рыночная реализация избыточных активов, привлечение бюджетных и

инвестиционных ресурсов на модернизацию и строительство новых судов и кораблей. Для иностранных партнеров появится серьезная и надежная отечественная производственная компания, а у петербургской судостроительной науки – стабильный заказчик. И, наконец, в этой схеме снова становится актуальной идея компакт-верфи, современного высокоэффективного сборочного производства [7].

Санкт-Петербург может остаться не только в истории, но и в будущем центром российской морской науки и технологии, местом конкурентоспособного строительства современных судов и кораблей.

В заключение отметим одну важную проблему – обеспечение кадрами промышленных предприятий, большинство из которых испытывают острый недостаток квалифицированных инженеров – конструкторов, технологов и рабочих – станочников, сварщиков. Одним из возможных путей решения этой задачи является реализация различных программ подготовки и переподготовки кадров.

С этой целью Правительство города 21 сентября 2004 г. утвердило «Программу подготовки и переподготовки кадров для судостроительной промышленности Санкт-Петербурга на 2004–2008 гг.».

Выбор судостроения в качестве пилотного проекта весьма обоснован. Именно в городе на Неве сосредоточен основной потенциал отечественного судостроения, причем как производителей конечной продукции, так и, что особенно существенно, учебных, исследовательских, конструкторских организаций и важнейших комплектаторов: приборостроительных и машиностроительных заводов.

Организационная перестройка и нестабильность предприятий, низкая оплата труда в научных и конструкторских организациях, а также общее снижение престижа рабочих, да и инженерных профессий, привели к старению кадрового состава и дефициту молодежи на петербургских предприятиях, в том числе и судостроительного профиля. В результате работники в возрасте до 35 лет составляют 13% численности работающих в отрасли, в то время как оптимальным является 30%.

В рамках реализации Программы осуществляется отработка координации многочисленных участников процесса подготовки и переподготовки кадров, обеспечивается согласованность действий государственных органов, учебных заведений и предприятий. Все это имеет смысл, если в дальнейшем зна-

ния и труд этих специалистов будут востребованы в должной степени.

Жесткие условия конкуренции и научно-технический прогресс не оставляют отечественному судостроению времени для бездействия. Необходимы срочные протекционистские меры со стороны органов федерального и регионального управления, реализация комплексных мероприятий по технической модернизации предприятий, содействие формированию в отрасли устойчивых интегрированных структур.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Клячко Л.М. Перспективы развития отечественного судостроения: проблемы и решения // Судостроение. – 2005. – № 4. – С. 70-74.
2. Наседкин С.П., Межеричер Л.А. Тенденции и перспективы развития судостроительных заводов // Вестник технологии судостроения. – 2001. – № 8. – С. 7-12.
3. Горбач В.Д., Рыманов В.Ф., Тетюев В.Б. Состояние и тенденции развития отечественного и мирового судостроения // Вестник технологии судостроения. – 2005. – № 13. – С. 7-9.
4. Пашин В.М. Национальному судостроению и судоходству – экономическую поддержку // Судостроение. – 2003. – № 5 (750). – С. 57-59.
5. Он же. Морские технологии – объективная необходимость для России // Судостроение. – 2005. – № 6. – С. 50-51.
6. Горбач В.Д., Ситников А.Н., Горин Е.А., Смирнов Ю.В. Перспектива развития основных верфей Санкт-Петербурга // Морской журнал. – 1998. – № 2/3. – С. 6-8.
7. Ниссенбаум Р.С., Триш С.В. Основные проектные решения по современному судостроительному комплексу «Верфи Санкт-Петербурга» // Вестник технологии судостроения. – 2003. – № 10. – С. 111-118.
8. Машиш А. Состояние и перспективы развития кораблестроительного комплекса Франции // Зарубежное военное обозрение. – 2003. – № 8. – С. 55-59.
9. Логачев С.И. Мировое судостроение // Морской вестник. – 2003. – № 3(7). – С. 27-33.
10. Горин Е.А. Реформирование промышленности: основы теории и практика. – СПб: Судостроение, 2001, 380 с. ■





# МОРЯНОТ

КОНЦЕРН



**СУДОСТРОЕНИЕ И СУДОРЕМОНТ,  
ОЧИСТКА И ОКРАСКА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ,  
НЕФТЯНЫЕ ТЕРМИНАЛЫ И ТРУБОПРОВОДЫ,  
ЭКСПЕДИРОВАНИЕ, АГЕНТИРОВАНИЕ, ДЕКЛАРИРОВАНИЕ ГРУЗОВ,  
ИНВЕСТИРОВАНИЕ ПРОЕКТОВ, ФИНАНСОВЫЕ УСЛУГИ**

**Россия, 195009, Санкт-Петербург, Лесной пр., 19/21 лит. Б  
Тел.: +7 (812) 542 80 63, 542 27 98; Факс: +7 (812) 542 34 37  
E-mail: [mmf@spb.cityline.ru](mailto:mmf@spb.cityline.ru)**





# *Адмиралтейские Верфи*

## *300 лет на службе Отечеству*



190121, С.-Петербург, наб. р. Фонтанки, 203, тел.: +7 (812) 714-88-63,  
факс: +7 (812) 571-13-71, [www.admship.ru](http://www.admship.ru), e-mail: [info@ashipyards.com](mailto:info@ashipyards.com)

190121, Fontanka Emb., 203, St. Petersburg, Russia, tel.: +7 (812) 714-88-63,  
fax: +7 (812) 571-13-71, [www.admship.ru](http://www.admship.ru), e-mail: [info@ashipyards.com](mailto:info@ashipyards.com)





## К 80-ЛЕТИЮ АКАДЕМИКА РАН И.Д. СПАССКОГО

**2** августа 2006 г. генеральному конструктору и начальнику ФГУП «ЦКБ Морской техники «Рубин», академику Российской Академии наук, доктору технических наук, профессору Игорю Дмитриевичу Спасскому, имя которого известно в нашей стране и за рубежом, исполняется 80 лет.

После окончания в 1949 г. Высшего военно-морского инженерного училища им. Ф.Э. Дзержинского и кратковременной службы на строящемся крейсере «Фрунзе» И.Д. Спасский, тогда 23-летний инженер-лейтенант, был направлен на работу в судостроительную промышленность для участия в создании подводных лодок.

В 1953 г. его перевели в ЦКБ-18 (в настоящее время – ЦКБ МТ «Рубин»). Здесь Игоря Дмитриевича, прошедшего все ступени конструкторских должностей, в 1968 г. назначают главным инженером, в 1974 г. – главным конструктором. С 1983 г. И.Д. Спасский возглавляет ФГУП «ЦКБ МТ «Рубин».

Вклад И.Д. Спасского в создание морской техники, а он участвовал в проектировании и постройке около 200 подводных лодок, неопределим. Под его руководством создавались атомные подводные крейсера, составляющие основу морской стратегической ядерной системы России, а также дизельные подводные лодки для Военно-Морского Флота России и для многих стран мира.

В годы перестройки выдающиеся способности И.Д. Спасского как организатора производства позволили со-

хранить ЦКБ МТ в качестве ведущей проектной организации, не растерять лучшие конструкторские кадры.

При непосредственном научном и техническом руководстве Игоря Дмитриевича в 2001 г. был успешно выполнен уникальный международный проект подъема, транспортировки и постановки в док атомного подводного крейсера «Курск», потерпевшего аварию, о чем он впоследствии рассказал в своей книге «Курск» после 12 августа 2000 г.».

Благодаря своей многогранной научной, технической и общественной деятельности И.Д. Спасский является общепризнанным лидером среди руководителей оборонно-промышленного комплекса России. Под его руководством ЦКБ МТ «Рубин» освоило ряд новых перспективных конверсионных направлений на основе оборонных технологий. Это прежде всего проекты морских ледостойких нефтедобывающих платформ для российского арктического шельфа, создание высокоскоростного электропоезда «Сокол» и современного городского трамвая, важнейшие работы по экологической тематике.

Вся трудовая деятельность И.Д. Спасского неразрывно связана с Ленинградом–Санкт-Петербургом. Во многом благодаря его высокому авторитету ученого и человека слова и дела удается привлекать зарубежных инвесторов в Северную столицу для выполнения крупных городских программ. Обладая неиссякаемой энергией и высокой личной культурой, И.Д. Спасский внес значительный вклад в сохранение и приумножение духовного и культурного наследия города. При его непосредственном участии происходило воссоздание музея-квартиры А.С. Пушкина, литературного кафе Вольфа и Беранже, выполнен капитальный ремонт Николо-Богоявленского Морского собора, строительство храма Св. Василия Великого в г. Лоддейное Поле и церкви Иоанна Предтечи в Старой Ладобе, создан международный бизнес-центр «Атриум» на

Невском, 25, высокочеловеческий международный деловой центр «Нептун». И.Д. Спасский проделал огромную работу как руководитель проектов создания памятников «Слава Российскому флоту» и «От «Дельфина» до «Тайфуна» в Санкт-Петербурге. Под его руководством в городе на Неве создан музей-памятник подводной лодки «Д-2», построена часовня Рождества Христова в центре «Нептун». Постоянную помощь ЦКБ МТ «Рубин» оказывает Государственному Русскому музею, театрам, детским, медицинским и спортивным учреждениям.

Признание научных и производственных заслуг И.Д. Спасского было отмечено присуждением Ленинской премии (1965 г.), Государственной премии СССР (1983 г.), звания Героя Социалистического Труда (1987 г.). Он награжден двумя орденами Ленина, орденом Октябрьской Революции, орденом Трудового Красного Знамени, орденом «За заслуги перед Отечеством II степени» и многими медалями.

И.Д. Спасский – кандидат технических наук (1973 г.), доктор технических наук (1978 г.), профессор (1984 г.), член-корреспондент АН СССР по специальности «Механика и процессы управления» (1984 г.), действительный член (академик) АН СССР – РАН (с 1987 г.).

Игорь Дмитриевич – председатель диссертационного совета при ЦКБ МТ «Рубин», член комиссии при Президенте РФ по Государственным премиям в области науки и техники, член Комиссии Совета безопасности РФ, член Научного совета по волновым процессам РАН. Неоднократно избирался депутатом различных законодательных органов.

Общественная деятельность И.Д. Спасского отмечена орденом Благоверного князя Даниила Московского Русской Православной Церкви, многими орденами и знаками других общественных организаций и фондов.

В 2002 г. он удостоен звания Почетного гражданина Санкт-Петербурга.

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ, РЕДКОЛЛЕГИЯ И РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «МОРСКОЙ ВЕСТНИК» ПОЗДРАВЛЯЮТ ВЫДАЮЩЕГОСЯ УЧЕНОГО И КОНСТРУКТОРА СОВРЕМЕННЫХ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК ИГОРЯ ДМИТРИЕВИЧА СПАССКОГО И ЖЕЛАЮТ ЕМУ ЗДОРОВЬЯ, СЧАСТЬЯ И ПЛОДОТВОРНОЙ РАБОТЫ НА БЛАГО РОССИИ.**





ОАО СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД  
«СЕВЕРНАЯ ВЕРФЬ»

198096, Санкт-Петербург, ул. Корабельная, дом 6  
Тел.: 324-2914. Факс: 784-7678. E-mail: [depl440@nordy.spb.ru](mailto:depl440@nordy.spb.ru)







# ВЛИЯНИЕ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА НА ИСПОЛНЕНИЕ ГОСОБОРОНЗАКАЗА ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ КОРАБЛЕЙ ДЛЯ ВМФ РФ

*Л.Г. Кузьмин, директор по маркетингу ОАО СЗ «Северная верфь»*

**С**удостроительная промышленность непосредственно участвует в решении государственных задач по обеспечению оборонной, транспортной и экономической безопасности России, создавая корабли и суда для Военно-Морского Флота, суда транспортного и промыслового флота, плавсредства для добычи углеводородного сырья на морском шельфе, а также обеспечивает поставку кораблей и судов на экспорт. Состояние и развитие национального судостроения – один из ключевых факторов устойчивого функционирования и развития многих отраслей промышленности, непосредственно связанных с морской деятельностью.

В «Государственной программе вооружения на период до 2010 г.»

сформированы задачи для судостроительной промышленности России по поддержанию и развитию Военно-Морского Флота РФ. В программе обозначена роль ОАО СЗ «Северная верфь» в создании новых образцов вооружения и военной техники как ключевая.

«Северная верфь» изначально создавалась для строительства боевых кораблей. За более чем 90-летний период на верфи накоплен большой опыт строительства кораблей и судов – было построено, модернизировано и отремонтировано более 200 кораблей, среди них – ракетные крейсера, эсминцы, БПК, фрегаты, СКР суммарным водоизмещением более 500 тыс. т. Основным направлением деятельности «Северной верфи» на перспективу до 2010 г. является строительство ко-

раблей классов «фрегат» и «корвет» для ВМФ РФ. Эти боевые корабли предназначены для ведения боевых действий в дальней и ближней морских зонах и решения боевых задач в океанской зоне.

В настоящее время участие «Северной верфи» в программе военного кораблестроения определяется «Соглашением о сотрудничестве «Северной верфи» и ВМФ РФ в области строительства, модернизации и ремонта надводных кораблей и военно-технического сотрудничества (ВТС) на период 2001–2010 гг.», утвержденная Главкомандующим ВМФ РФ.

Реализуя вышеуказанное Соглашение, завод практически организовал серийное строительство боевых кораблей класса «корвет» пр. 20380 для ВМФ России. В настоящее время на стапелях завода строятся три корабля данного проекта, а в середине текущего года будет заложен четвертый корабль. Кроме того, на верфи ведется строительство судна связи пр. 18280, а также серии катеров пр. 21270, один из которых уже передан ВМФ. Первого февраля 2006 г. заложен головной корабль класса «фрегат» пр. 22350.

Начиная с 2000 г. верфь построила и передала для ВМС иностранного заказчика два эскадренных миноносца пр. 956Э и один корабль пр. 956ЭМ.



Корабль пр. 956 ЭМ



Катер пр. 21270

СУДОСТРОЕНИЕ



В современных условиях решение проблем судостроительных предприятий отрасли, повышения качества строительства кораблей требует системного подхода, слаженной работы всех заинтересованных федеральных органов исполнительной власти при взаимоувязке государственной программы вооружения, федеральных целевых программ по поддержке судостроения и работ, проводимых по линии ВТС.

Увеличение доли гособоронзаказа на ОАО СЗ «Северная верфь» позволило верфи сохранить производственный потенциал, однако этого недостаточно чтобы преодолеть кризисные явления пятнадцатилетнего застоя, уменьшить негативные тенденции снижения качества ВиВТ и совершенно недостаточно для серьезного технологического рывка.

В настоящее время выделяемые из бюджета по гособоронзаказу для ОАО СЗ «Северная верфь» средства позволяют загрузить производственные мощности всего лишь на 50%. Поэтому так важно для жизнедеятельности предприятия внебюджетное финансирование по программам ВТС путем размещения строительства кораблей на экспорт. Это позволяет обеспечить дополнительную финансовую стабильность предприятия, отрабатывать и внедрять новейшие технологии, задействовать кооперационные связи с наукой и поставщиками оборудования, снизить текучесть кадров, повысить их квалификацию. Сбалансированная загрузка верфи по гособоронзаказу и по линии ВТС способствует также оздоровлению финансовой политики предприятия.

Относительно большой объем поставок кораблей, ВиВТ на экспорт в 2000–2005 гг. свидетельствует о сохраняющейся конкурентоспособности российского судостроения на традиционных рынках вооружения. В то же время общая загрузка мощностей отечественного судостроения не превышает 40% и носит циклический характер, а физический износ активной части основных фондов достигает 60%. Кроме того, наблюдается дефицит финансов, оборотных средств и инвестиций, а также резкое старение кадров и их текучесть.

Подготовка производства любого судостроительного завода к исполнению сложного контракта на поставку новейших кораблей на экспорт потребует инвестиций в размере 55–60 млн. долл. Единственным выходом из этой ситуации может быть создание крупных интегрированных структур на базе государственно-частного капитала под общим контролем государства.

Рассмотрим такой подход хозяйственной деятельности на примере ОАО СЗ «Северная верфь». На вер-

фи с 1997 г. проведено за счет частных и государственных инвестиций переоснащение основных производственных фондов: переоборудование и ремонт эллинга, кранового хозяйства, цехов подготовки производства, корпусообразующего, трубопроводного, трубомеднического цехов. Всего на эти цели было направлено более 35 млн. долл.

Для оперативного обмена рабочими чертежами между проектантом и производственным подразделением верфи проложена шестикилометровая волоконно-оптическая сеть стоимостью 0,5 млн. долл. Разработана единая технология компьютерного проектирования и технологического сопровождения проекта на базе электронной трехмерной 3D-модели корпуса корабля, отдельных его частей и основных помещений корабля. Это позволяет оптимально осуществлять раскрой металла по электронным чертежам, изготавливать и монтировать трубопроводы, системы вентиляции, прокладывать кабели. Транспортный массив специфи-

каций, чертежей и изделий машиностроения проектанта загружается в заводскую систему («Tronix»), что позволяет подготавливать производство во много раз быстрее и качественнее, чем ранее.

Внедрение этих компьютерных систем способствует повышению качества выпускаемой продукции благодаря перемещению центра тяжести с производственной фазы на фазу конструкторско-технологической подготовки производства. Тем самым удалось снизить затраты на материалы на 10–15%, что привело к снижению трудозатрат на 20–30% по отдельным позициям. Кроме того, использование CAD/CAM-систем трехмерного моделирования при строительстве кораблей значительно сокращает количество технических нестыковок при изготовлении сложных элементов корпуса, монтажа систем различного назначения и оборудования, позволяет оперативно вносить изменения и уточнения на этапе подготовки производства и ранних стадиях строительства.



На стапелях «Северной верфи»

Решение Роспрома от 17 августа 2005 г. № 05/8/2/687 о назначении «Северной верфи» исполнителем работ по внешнеторговому контракту по дополнительной поставке трех фрегатов пр. 11356 для ВМС Индии принималось с учетом высокой степени подготовки производства для реализации требований заказчика на строительство впоследствии еще трех фрегатов пр. 11356, в том числе с учетом надежности микропроцессорной электронной аппаратуры, программного математического обеспечения, разработки электронной информационной модели с использованием CALS-технологии. На такое решение повлияло то, что после смены собственника Балтийский завод вошел в одну промышленную корпорацию с «Северной верфью» с единой управляющей компанией. В результате чего появилась возможность использовать опыт специалистов завода, принимавших участие в строительстве первых трех фрегатов пр. 1135.6, задействовать производственные мощности Балтийского завода по изготовлению крупных изделий машиностроения, а также использовать техническую документацию, оснастку и производственные мощности завода, созданные при строительстве первой серии фрегатов.

Высокая степень модернизации и оснащенности производства «Северной верфи», применение новых компьютерных технологий, наличие высококвалифицированных кадров, налаженные кооперативные связи с поставщиками ВиВТ, а также с проектантом корабля – Северным ПКБ позволяют приступить к постройке фрегатов практически с момента подписания контракта и сократить срок строительства фрегатов на шесть–восемь месяцев по сравнению с первой тройкой фрегатов.

Много вопросов возникает в связи с состоянием нормативно-правового обеспечения согласование гособоронзаказа и поставок по линии ВТС. Федеральным агентством по промышленности разработана концепция реформирования судостроения, в рамках которой планируется сформировать на базе государственно-частного капитала интегрированную структуру в области военного кораблестроения – холдинг надводного судостроения на основе объединения таких заводов, как «Северная верфь» и Балтийский завод, а также проектантов кораблей. Планируется создать научно-производственные концерны по разработке и производству техники морской навигации и связи. Структурные преобразования в отрасли способны существенно ускорить инновационные процессы в отечественном судостроении и вывести отрасль из кризиса.



*Корабль пр. 1135.6*

На наш взгляд, федеральным органам в рамках этой концепции необходимо определиться с базовым предприятием отрасли, который может быть своего рода полигоном по отработке инновационных технологий, способным конкурировать с иностранными компаниями.

Необходимо отметить, что многие стандарты в области производства ВиВТ устарели, не учитывают рыночные отношения, ни экономические, ни технические условия производства. При этом крайне важно решить правовые вопросы, связанные со спецификой отрасли. Необходимо проработать вопрос обеспечения финансово-экономических условий проведения структурных преобразований в отрасли, рассмотреть и утвердить в установленном порядке механизмы направления части дохода от экспорта продукции военного назначения на разработку новых образцов ВиВТ, на развитие производственной технологической базы предприятия, а также испытательной базы кораблей.

Первоочередными мерами, которые позволили бы исправить положение в судостроительной отрасли, являются:

- существенное увеличение доли гособоронзаказа в финансировании предприятий отрасли;
- инвестирование на государственном уровне с целью замены производственных фондов, их модернизации;
- переход на современную технологию проектирования и строительства кораблей с использованием компьютерных систем;
- скорейшее проведение структурной перестройки отрасли, направ-

ленной на повышение эффективности функционирования предприятий;

- повышение качества продукции за счет сочетания технических и организационных мер по техническому контролю качества;

- подготовка и переподготовка кадров, направление на указанные цели прибыли, получаемой от экспортных заказов;

- использование научного потенциала отраслевых институтов;

- разработка целевой государственной программы по поддержке судостроения;

- совершенствование процедуры конкурсного распределения оборонного заказа и его ценообразования.

- дальнейшее совершенствование технологий, развитие инноваций и экспорта кораблей и вооружения.

На первое место здесь выходят роль государства и его партнерство с частным капиталом. Важно также государству определить четкие «правила игры», обеспечить снижение уровня коррумпированности госаппарата. При этом необходимо учитывать, что некорректная деятельность государства на стыке политики и бизнеса в геополитических интересах всегда приводит к финансовым и техническим рискам, возможной потере национальных внешних рынков и репутации отечественного ВПК.

Следует отметить, что чрезмерное увеличение контроля над разрозненными предприятиями судостроения может ограничить развитие частного сектора и затормозить рыночные реформы в отрасли, необходимые для ее устойчивого развития. Предстоит сбалансировать государственно-частное партнерство в перспективной структуре холдинга надводного кораблестроения. ■



**24** марта 2006 г. на судостроительной фирме «Алмаз» состоялась торжественная закладка третьего артиллерийского корабля пр. 21630 «Махачкала» для Военно-Морского Флота России. В торжественной церемонии закладки принял участие Главнокомандующий ВМФ РФ Адмирал флота В.В. Масорин.

Корабль спроектирован ФГУП «Зеленодольское проектно-конструкторское бюро» (Татарстан) и предназначен для охраны и защиты 200-мильной экономической зоны государства. Артиллерийский корабль класса «река-море» водоизмещением около 500 т оснащен различными видами современного артиллерийского вооружения.

Высокое качество исполнения работ, четкое соблюдение сроков этапов строительства головного корабля позволило верфи получить заказ на строительство серии кораблей.

В настоящее время заканчивается подготовка к государственным ходовым испытаниям головного корабля пр.21630 «Астрахань». Сформирован корпус второго корабля «Каспийск».

## НА СТАПЕЛЯХ «СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ФИРМЫ «АЛМАЗ» ЗАЛОЖЕН ТРЕТИЙ Артиллерийский КОРАБЛЬ ПРОЕКТА 21630 «МАХАЧКАЛА»

По словам генерального директора «Судостроительной фирмы «Алмаз» Леонида Грабовца, «предприятие готово выступить с инициативой каждый год сдавать по одному кораблю пр. 21630 и при этом гарантировать заказчику точное соблюдение сроков и высокое качество исполнения заказа».



*На митинге, посвященном закладке третьего артиллерийского корабля пр. 21630 «Махачкала»*



*Главком ВМФ В.В. Масорин и генеральный директор «СФ «Алмаз» Л.Г. Грабовец осматривают артиллерийский корабль «Астрахань»*



*Артиллерийский корабль пр. 21630 «Астрахань»*

Л.Г. Грабовец также отметил, что у предприятия сложились конструктивные отношения с Управлением заказов и поставок кораблей, морского вооружения и техники, которое обеспечивает бесперебойное финансирование в рамках гособоронзаказа.

В настоящее время «Судостроительная фирма «Алмаз» завершает модернизацию и ремонт ДКВП пр. 12322 «Зубр» для ВМФ РФ, продолжает работы по строительству патрульного катера пр. 10410 «Светляк» и высокоскоростного катера пр. 12200 «Соболь» для ПС ФСБ РФ. На заводе закончены работы по формированию понтонного поля для фонтанного комплекса, который будет располагаться на Стрелке Васильевского острова в Петербурге. ■



# СУДОСТРОИТЕЛЬНАЯ ФИРМА «АЛМАЗ»



Сторожевой катер проекта 10412 «Светляк»



Представительская яхта Президента России «Кавказ»



Десантный корабль на воздушной подушке проекта 12322 «Зубр»



Многоцелевой катер на воздушной подушке «Рысь»



Лоцманское судно проекта AP-1600

Россия, 197110, С.-Петербург,  
Петровский пр., 26

Тел. 812 350 11 64  
Факс 812 350 11 64

e-mail: [market@almaz.spb.ru](mailto:market@almaz.spb.ru)  
[www.almaz.spb.ru](http://www.almaz.spb.ru)





# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ПОДВОДНОЙ СРЕДЫ МИРОВОГО ОКЕАНА

**В.Ф. Суслов**, д-р техн. наук,  
генеральный директор ОАО «Пролетарский завод»

Известно, что две трети поверхности нашей планеты покрыто водой. Мировой океан таит в себе огромные богатства. На протяжении многовековой истории цивилизации неоднократно предпринимались попытки проникнуть в загадочные глубины океана. Изучение его морской флоры и фауны, физических и биологических свойств, океанографические и геологические исследования – вот далеко неполный круг задач, которые решаются с привлечением специальных технических средств, к которым прежде всего относятся обитаемые подводные аппараты.

Одно из первых погружений человека в морские глубины с применением технических средств состоялось в 332 г. до н.э. – в легендарной «стеклянной бочке» Александра Македонского, которая являлась прототипом современного водолазного колокола.

Строительство подводных судов, которые все больше становились похожи на современные подводные аппараты, началось в XIX в. Проекты аппаратов для погружения разрабатывались во Франции, в Испании и в России.

В 1834 г. в Петербурге на Александровском литейном заводе (ныне «Пролетарском») по проекту генерал-адъютанта К.А. Шильдера было построено подводное судно из котельного металла. Судно водоизмещением 16 т имело длину 6 м, ширину 1,5 м, высоту 2 м и управлялось при помощи гребков, расположенных по бортам в носовой и кормовой частях корпуса. Движение по курсу выдерживалось с помощью вертикального руля. На испытаниях лодка прекрасно себя вела

под водой, маневрировала, зависала на глубине и даже уничтожила миной корабль-мишень.

Подводная лодка Шильдера – знаковое явление для Александровского – «Пролетарского завода», получившее свое продолжение в 60-е гг. XX в., когда завод был перепрофилирован на создание и поставку изделий судового машиностроения для кораблей и судов различного типа и назначения.

Интенсивное освоение морских глубин началось с середины 50-х гг. XX в.: 1953 г. – спущен на воду знаменитый батискаф «Триест» Жюста Пикара, совершивший в 1960 г. рекордное погружение на дно Марианской впадины на глубину 10 916 м.

Оригинальная идея морского офицера Жака-Ива Кусто воплотилась в легкие, маневренные и технически оснащенные подводные аппараты, названные «ныряющими блюдцами», и идеально подходившими для исследования континентального шельфа.

За последние 50 лет в мире построено более 200 подводных обитаемых аппаратов исследовательского и специального назначения. В настоящее время эксплуатируется не менее 100 аппаратов, которые можно объединить в основные группы по конструктивным признакам и техническим характеристикам:

- подводные аппараты-разведчики континентального шельфа,
- подводные обитаемые аппараты средних глубин,
- подводные обитаемые аппараты больших глубин,
- подводные аппараты-спасатели.

Самая многочисленная группа (70%) – это аппараты малых глубин, 20% общего числа обитаемых аппаратов составляют аппараты средних глубин и около 10% – аппараты больших глубин и аппараты-спасатели.

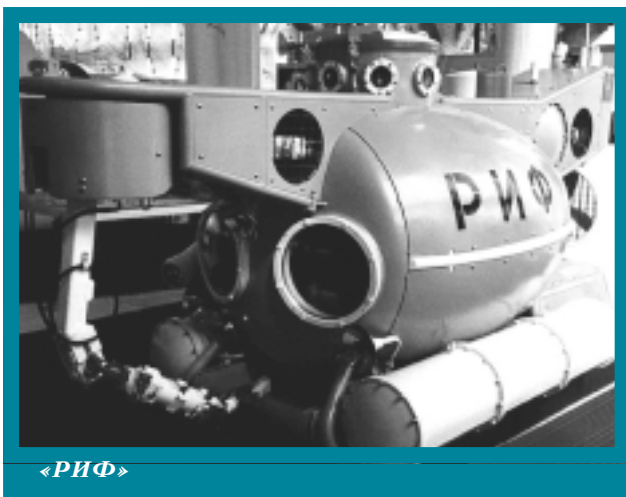
## ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ- РАЗВЕДЧИКИ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ШЕЛЬФА

В мире построено около 100 аппаратов-разведчиков континентального шельфа. 70% общего числа этих аппаратов предназначено для работы на водолазных глубинах (до 300 м). Характерной конструктивной особенностью подобных аппаратов является наличие водолазного отсека и шлюзовой камеры, что обеспечивает их многофункциональность. Подводные исследовательские и спасательные работы выполняются не только при помощи заборных исполнительных механизмов-манипуляторов, но и доставляемыми на этих аппаратах группами водолазов-аквалангистов. Ряд аппаратов этой группы используется спортивными и туристическими фирмами в качестве прогулочных «мини-лодок».

Оставшиеся 30% аппаратов этой группы, работающих на глубинах до 600 м, предназначены для океанологических исследований и наблюдений за подводным миром.

Среди аппаратов этой группы можно выделить следующие:

«Риф» – автономный обитаемый аппарат, первый в серии подводных аппаратов «Морж», «Омар», «Лангуст», созданных в 1987 и в 1988 гг., с глубиной погружения от 100 до 600 м, предназначенных для исследования в области промысловой океанологии и для выполнения разнообразных работ рыбохозяйственного назначения, а также для проведения поисковых и научно-исследовательских работ. Все аппараты снабжены шестистепенным электрогидравлическим манипулятором, а их прочные корпуса оснащены 400-мм ил-



«РИФ»

люминаторами с широким углом наблюдения за водной средой.

«Катран» – аппарат с глубиной погружения 300 м, создан в 1989 г., экипаж – два человека, водоизмещение – 5 т. Предназначен для геолого-биологических исследований. Оснащен многостепенным манипулятором и имеет автоматическую систему управления курсом. «Катран» – один из лучших отечественных аппаратов, построенных в 80-х гг. прошлого века; интенсивно использовался на Черном море и на нефтяных промыслах Вьетнама.



«Катран»

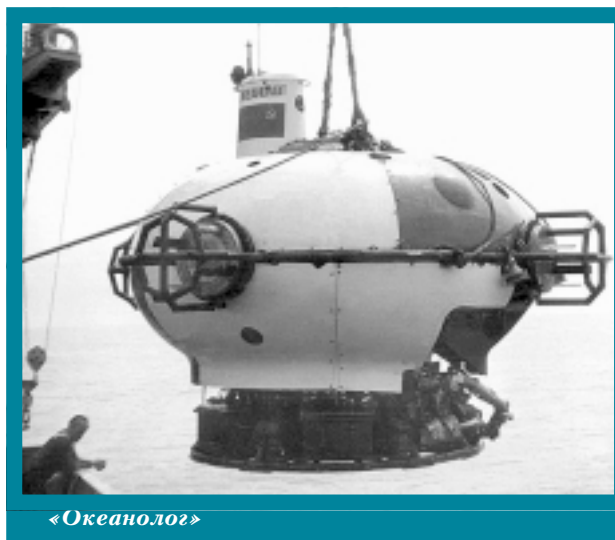
«Оса-3» – первый обитаемый подводный аппарат с экипажем из трех человек и глубиной погружения 600 м, построенный в 1976 г. по заказу Министерства рыбного хозяйства. Предназначен для биологических, гидрологических, гидрофизических и прочих исследований в рыбной и других отраслях народного хозяйства. Аппарат многоцелевой, использовался для подводных исследований и работ на шельфе и в открытом океане.



«ОСА-3»

В 70-х гг. ПОА «Оса-3» был первым динамически стабилизированным подводным аппаратом. Это позволяло ему сохранять заданное положение в пространстве независимо от воздействия внешних возмущающих сил и моментов. Управляемость аппарата обеспечивалась совокупными действиями автоматической системы управления и движительно-рулевого комплекса. Оснащен, наряду с различными сложными системами и техникой, манипуляторным устройством.

«Океанолог» – многоцелевой обитаемый подводный аппарат с глубиной погружения 600 м и с экипажем из трех человек, создан в 1980 г. Предназначен для выполнения комплексных научных и прикладных гидрологических, биологических, ихтиологических исследований и различных работ на шельфе, а также в открытых районах океана. «Океанолог» обладал высокой динамической стабилизацией, был способен зависать над объектом и передвигаться по любой пространственной траектории, оснащен манипулятором со сменным инструментом для выполнения различных подводно-технических работ.



«Океанолог»

## ПОДВОДНЫЕ ОБИТАЕМЫЕ АППАРАТЫ СРЕДНИХ ГЛУБИН

Обитаемые аппараты этой группы, построенные в США, Японии, Канаде, России, Англии и Германии, внесли большой вклад в проведение океанологических исследований и спасательных работ. Они незаменимы для нефтеразведки, картографических исследований, сбора образцов с морского дна и наблюдения за подводными вулканами. Их рабочие глубины – до 2000 м. Благодаря эффективной работе этих аппаратов обеспечивается добыча нефти с морских буровых платформ и успешно осваиваются запасы подводных руд, оцениваемых специалистами в десятки миллионов тонн.

Среди аппаратов этой группы можно выделить следующие:



«Север» и «Пайсис»





ОАО «Пролетарский завод»  
192029, Санкт-Петербург, ул. Дудко, 3  
тел.: (812) 567-17-56, факс: (812) 567-37-33  
[www.proletarsky.ru](http://www.proletarsky.ru)  
E-mail: [proletarskyzavod@peterlink.ru](mailto:proletarskyzavod@peterlink.ru)



Открытое акционерное общество «Пролетарский завод» (в прошлом Александровский завод, основан по приказу императора Александра I) одно из старейших машиностроительных предприятий Санкт-Петербурга. С момента пуска в 1826 г. как литейного заведения его профиль неоднократно менялся от декоративно-монументального литья и чеканки до парового судостроения и специализированного станкостроения. Неслучайно завод вошел в историю «живителем российских мануфактур». Начав с выпуска первого отечественного паровоза в 1845 г., завод более века выпускал подвижной состав для развивающейся сети российских железных дорог.

Последние 40 лет предприятие, преобразованное в 70-е гг. в научно-производственное объединение с включением в него ЦНИИ судового машиностроения и завода «Экономайзер», специализируется в основном на судовом и энергетическом машиностроении. На нем созданы многочисленные образцы корабельных механизмов, систем и комплексов, в ряде случаев не имеющие аналогов в отечественной практике. Можно без преувеличения сказать, что нет практически ни одного военного корабля или гражданского судна от тяжелого авианесущего крейсера, атомного подводного ракетносца и супертанкера до ракетного и прогулочного катера, где бы не эксплуатировалась продукция объединения. Значителен вклад предприятия в развитие большой энергетики.

Фирма обеспечивает монтаж, наладку, сервисное обслуживание и необходимый ремонт наиболее сложных изделий поставляемой техники.

Основными проектами выпускаемых изделий являются СКБ ЭМ, входящие в состав завода, и ЗАО «ЦНИИ СМ», что способствует успешному выполнению всего цикла создания новой техники от НИКОР до производства и обеспечения эксплуатации.

Внешнеэкономическую деятельность ОАО «Пролетарский завод» обеспечивает ЗАО ВТФ «Судмаш».

Деловое научно-техническое сотрудничество связывает предприятие со многими зарубежными фирмами, оно является неприменным участником российских и зарубежных выставок (в т.ч. МВМС-2003 в Санкт-Петербурге).

Придавая большое значение качеству экспортной продукции, для ее сертификации привлечены зарубежные инспекционные общества, в результате большинство экспортных изделий получили одобрение и сертифицированы Английским и Германским Ллойдом и норвежским Дет Норске Веритас. В 2002 г. фирмой получен сертификат соответствия системы управления качеством предприятия требованиям стандартов серии ИСО 9000, а также необходимые лицензии на производство различных видов техники.

«Север-2» – первый в России обитаемый подводный аппарат для океанологических исследований и подводных работ с экипажем из пяти человек, построен в 1970 г. Рабочая глубина – 2000 м. Его длина – 4 м, водоизмещение – 15 т. Имеет прочный цилиндрический корпус и обтекаемый легкий корпус. Несколько двигателей позволяет аппарату быстро изменять направление движения как по горизонтали, так и по вертикали, а наличие маршевого кормового и вертикальных двигателей – обходить препятствия на грунте. Специальное устройство удерживает аппарат на ходу и без хода на постоянном расстоянии от грунта.

Построено было два аппарата «Север». Их доставка в район работ выполняется судами-носителями «Одиссей» и «Ихтиандр», вместе с которыми они представляют собой исследовательский комплекс с огромными возможностями, нацеленными в основном на природоохранные и ресурсные исследования.

Освоив черноморские глубины, оба «Севера» вышли на океанские просторы, и в результате детального обследования с их помощью подводных возвышенностей были описаны донные ландшафты, разновидности рыб, получены карты температуры и солености воды. Типичными работами для «Север-2» стали комплексные исследования биоресурсов в Тихом океане, учет рыбы на подводных горах тропической зоны Атлантического океана, работа при поднятии ПА «Дискавери» и др.

«Пайсис» – аппарат, предназначенный для океанологических исследований и спасательных работ, для нефте-разведки и осмотра подводных кабелей. Первый из этой серии аппаратов «Пайсис-1» принимал участие в уникальном эксперименте по изучению флоры и фауны под арктическими ледовыми полями, на аппарате впервые в рамках Международной атлантической экспедиции совместно с американскими и канадскими учеными в подводных работах принимали участие российские ученые.

Наибольший интерес представляют «Пайсис-7» (1975 г.) и «Пайсис-11» (1976 г.). Эти два российских аппарата, построенные канадской фирмой «Хайко», предназначены для океанологических исследований. Оба аппарата имеют одинаковые технические характеристики: длина – 7 м, ширина – 3 м, высота – 3,7 м, масса аппарата – 10,5 т, рабочая глубина погружения – 2000 м.

В комплекс оборудования аппаратов входят два манипулятора – высокоподвижный и малоподвижный. Первый имеет шесть степеней свободы и копирует движение человеческой руки, что позволяет поднимать с морского дна образцы и складывать их в специальный бункер. Малоподвижный, но мощный манипулятор может быть использован для подъема предметов весом до 100 кг или для установки на нем бурильного устройства для взятия проб грунта.

Аппараты участвовали в Байкальских экспедициях 1977 и 1991 гг., и по результатам погружений в ходе этих экспедиций были составлены геологические карты Байкальской впадины и разрез дна озера Байкал. В 1983–1984 гг. «Пайсисы» проводили исследования в Индийском океане, одно из погружений «Пайсис-11» стало рекордным по «подъему» образцов – 27 образцов были доставлены на борт судна. В 1986 г. «Пайсисы» участвовали в Тихоокеанской экспедиции с целью изучения сейсмоактивных участков северо-восточной части Тихого океана.

## ПОДВОДНЫЕ ОБИТАЕМЫЕ АППАРАТЫ БОЛЬШИХ ГЛУБИН

Всего четыре страны в мире – США, Франция, Япония и Россия – владеют обитаемыми аппаратами, способными исследовать гидрокосмос на глубинах до 6000 м. Аппараты этой группы постоянно участвуют в научных экспедициях и спасательных операциях, приглашаются на подводные съемки затонувших кораблей («Титаник», «Бисмарк»).

Среди аппаратов этой группы можно выделить следующие:

«Алвин» (США) – предназначен для океанологических исследований. Имеет корпус удачной конструкции из двух катанных полусфер, оснащен навигационным и постоянным навесным оборудованием (гидролокатор, глубиномер, фото и телекамеры и др.), манипулятором. Рабочая глубина – до 4500 м. Поставил рекорд эксплуатации – 30 лет.

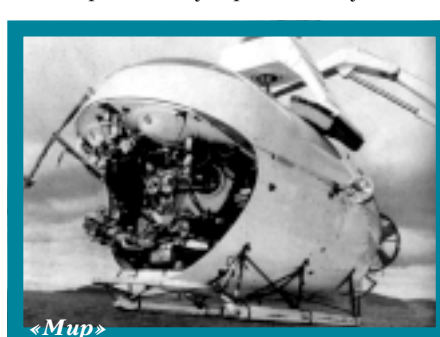
В 1966 г. аппарат участвовал в поиске водородной бомбы, оказавшейся в результате аварии на дне Средиземного моря. С 1970 по 1979 г. «Алвин» принимал участие в геологических экспедициях на Тихом и в Атлантическом океане, на гидротермальных месторождениях в Атлантическом океане. Общее количество погружений аппарата за период эксплуатации составило 3327, средняя продолжительность каждого спуска – 7 ч.

«Си Клиф» и «Тартл» (США, 1984 г.) – аппараты для океанологических исследований и подводных работ, тиражирующие конструкцию «Алвина».

«Си Клиф» с модернизированной титановой сферой имеет увеличенную глубину погружения – до 6000 м, «Тартл» – до 3000 м.

«Шинкай» – японский аппарат для океанографических экспериментов и прямого наблюдения за очагами сейсмоактивности, оснащен манипулятором, рабочая глубина – 6500 м. Прочная обитаемая сфера диаметром 2,1 м изготовлена из титанового сплава. Вес аппарата – 25 т, максимальная скорость – 2 уз. В августе 1989 г. «Шинкай 6500» погрузился на предельную глубину 6527 м в районе Санрике (Японское море).

«Мир-1» и «Мир-2» – лучшие и наиболее используемые российские аппараты, предназначенные для подводно-технических работ, построенные финской фирмой «Раумала – Репола». Оба аппарата имеют одинаковые технические характеристики: длина – 7,8 м, ширина – 3,8 м, высота – 3,4 м, масса аппарата – 18,6 т, максимальная скорость – 5 уз, рабочая глубина погружения – 6000 м.



Обитаемый прочный корпус имеет сферическую форму и изготовлен из высоколегированной стали методом литья без применения сварки; обтекаемый легкий корпус из пластика закрывает все механизмы и устройства. Аппараты оснащены системами подводной и надводной связи, навигации, теле- и фотосистемами. Хорошее энергообеспечение – 100 кВт·ч – позволяет аппаратам много перемещаться и работать манипуляторами (семь степеней свободы), которых по два у каждого аппарата. Их эффективность достигается применением силовой обратной связи с микропроцессорным управлением. Установлены аппараты на судне обеспечения «Академик Мстислав Келдыш».

Более 20 рейсов совершили ученые на них и осуществили около 500 погружений в различных районах Мирового океана.

В 1994–1995 гг. с помощью глубоководных аппаратов «Мир-1» и «Мир-2» была проведена уникальная подводная операция по герметизации затонувшей атомной подводной лодки «Комсомолец»: выполнено 68 погружений к подводной лодке в течение шести дней.

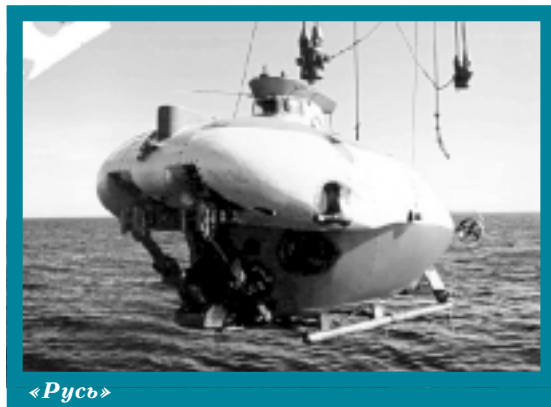
После трагедии с ПЛ «Курск» эти аппараты выполняли поставленную перед ними задачу – осмотр, фото- и видеосъемку.

Экспедиции 1998–2001 гг. с аппаратами «Мир-1» и



«Мир-2» проходили в Атлантическом океане, Норвежском и Баренцевом морях. Они работали на гидротермальных полях, также участвовали в коммерческих проектах: в поисках затонувшей полвека назад подводной лодки с двумя тоннами золота на борту и нашли ее на глубине 5000 м, в киносъемках фильма о «Титанике» и др.

В 2000 г. на ГП «Адмиралтейские верфи» построен обитаемый подводный аппарат «Русь».



«Русь»

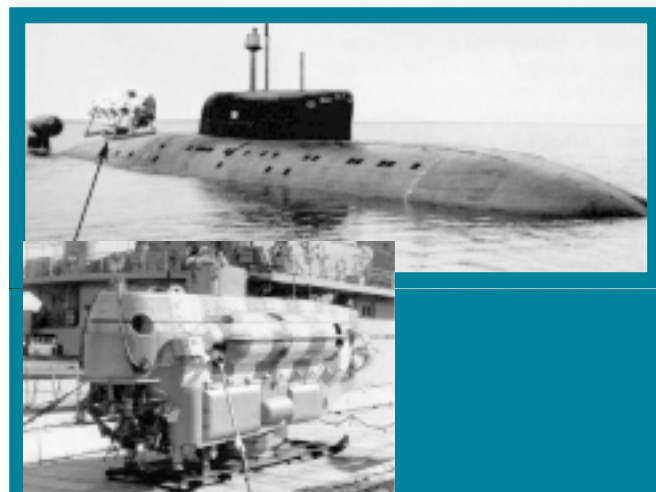
Другой аппарат этой же серии – «Консул» – предназначен для проведения широкого спектра подводных исследований и работ в океанических глубинах до 6000 м и на шельфе в местах обнаружения залежей полезных ископаемых, а также для подводно-технических аварийно-спасательных и специальных работ.

При его создании использованы титановые сплавы, обеспечивающие корпусу легкость и надежность. Экипаж, состоящий из двух человек, может вести наблюдение за подводным миром, вести фото- и видеосъемку, проводить операции с механическим манипулятором. Время погружения, работы и всплытия – около 10 ч. Скорость – 3 уз.

## ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ-СПАСАТЕЛИ

Аппараты-спасатели, как правило, приписаны к ВМФ и имеют специальное оборудование, позволяющее проводить спасательные операции на море. На рубежах России несут вахту аппараты-спасатели из Нижнего Новгорода, построенные на заводе «Красное Сормово».

Последними из них являются аппараты «Приз», имеющие титановый корпус (рабочая глубина – 1000 м), и «Бестер», оснащенный манипулятором, рабочая глубина – 1000 м. Основной задачей всех аппаратов – спасателей – поиск, обследование аварийной подводной лодки, лежащей на грунте, спасение личного состава и оказание помощи путем доставки на лодку средств поддержки жизнедеятельности. «Бестер» принимал участие в аварийно-спасательных работах на АПЛ «Курск».



«Бестер»

Рассмотренные четыре группы подводных обитаемых аппаратов охватывают практически весь спектр технических средств, предназначенных для изучения и освоения Мирового океана.

В нашей стране пик строительства подводных обитаемых аппаратов пришелся на 70-е – 80-е гг. XX в. При этом большинство создаваемых ПА по своим основным техническим характеристикам не уступали, а зачастую и превосходили лучшие зарубежные аналоги.

Именно в это время «Пролетарский завод» был перепрофилирован на создание изделий судового машиностроения, и одной из первых работ по новому профилю было изготовление комплексов движительно-рулевого оборудования для аппарата «Север-2».

В 1970 г. на базе ЦКБ «Пролетарского завода» был организован Центральный научно-исследовательский институт судового машиностроения (ЦНИИ СМ).

Практически все построенные в Советском Союзе и в России подводные аппараты оснащены оборудованием, спроектированным в ЦНИИ СМ и изготовленным на «Пролетарском заводе». К этому оборудованию относятся рулевые машины, якорно-швартовные механизмы, гидравлическая аппаратура.

Особо следует отметить работу по созданию специальных манипуляторов и инструмента для проведения работ под водой, которая в 1993 г. была удостоена Государственной премии РФ.



Манипуляторное устройство

Для подводного аппарата-спасателя «Бестер» разработано манипуляторное устройство УМУ-1, оснащенное кассетами со сменным инструментом для подводных работ.

Одной из последних работ института явилось проектирование и изготовление специализированного инструмента и оборудования для обеспечения работ на АПЛ «Курск». Оно было использовано российскими аппаратами «Бестер» и «Мир» для подъема элементов первого отсека АПЛ «Курск».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К сожалению, экономические преобразования, которые происходят в нашей стране с конца XX в. по настоящее время, несколько затормозили развитие подводного аппаратостроения и процесс создания специального оборудования для этих целей. Некоторая активность и интерес к этой проблеме возникли только лишь после трагедии, произошедшей с АПЛ «Курск». В частности, сразу после этого развернулись работы по модернизации оборудования подводных аппаратов «Бестер» и «Приз», а также по созданию специальных аварийно-спасательных судов. ЦНИИ СМ и ОАО «Пролетарский завод» активно участвуют в этом процессе и делают все возможное для развития машиностроительной техники подводных аппаратов. ■

**С**егодня филиал «Северная ЭРА» – одно из ведущих подразделений ОАО «ЭлектроРадиоАвтоматика» («ЭРА»), с 1922 г. подтверждающего своей деятельностью преимущества специализированного предприятия по комплексному электрооборудованию кораблей и судов.

ОАО «ЭРА» – мобильная производственная структура, основу которой составляют электромонтажные филиалы на основных судостроительных заводах Северо-Западного региона России с высокой степенью самостоятельности и ответственности перед заказчиками.

Филиалу «Северная ЭРА» (бывшему цеху № 1 ЛП «ЭРА») как правовой форме и организационной структуре уже 12 лет. В единой технологической цепочке с ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь» филиал выполняет электромонтажные и пусконаладочные работы, включая поставки электрооборудования и кабеля на строящихся и ремонтируемых судах, разрабатывает технологические проекты, а также занимается дефектацией и диагностикой состояния электрооборудования и кабельных сетей, сервисным и гарантийным обслуживанием электрочасти сданных заказов. Этот перечень наших услуг пополнился установкой слесарного насыщения для крепления электрооборудования и трасс, что особенно актуально при разметке и обработке головных заказов.

Став филиалом, мы получили больше прав, приобрели экономическую самостоятельность, что бла-

## НАДЕЖНОСТЬ, КАЧЕСТВО, СРОКИ – ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ЗАКАЗЧИКА

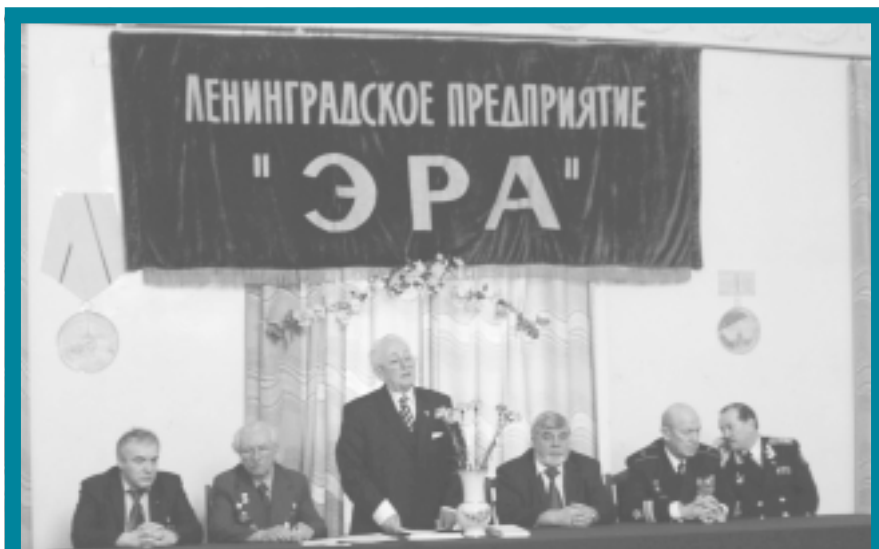
**С.П. Глайхенгауз**, директор филиала «Северная ЭРА»,  
председатель Совета директоров ОАО «ЭлектроРадиоАвтоматика»,  
член Совета Санкт-Петербургского клуба моряков-подводников

готворно сказалось на работе коллектива. За весь период работы не было ни одного срыва срока выплаты заработной платы. Филиал самостоятельно заключает договоры, гибко реагируя при этом на индивидуальные технико-экономические потребности заказчика. В зависимости от загрузки на основном месте работы, а для нас – это «Северная верфь» – мы оперативно мобилизуем необходимый квалифицированный персонал монтажных участков и распределяем материальные ресурсы, в том числе между филиалами ОАО «ЭРА», оптимизируя загрузку специалистов, обеспечивая гибкость управления, экономическую эффективность производства и конкурентоспособность объединения в целом. В частности, наши ведущие бригады внесли существенный вклад в строительство фрегатов пр.1135.6 на Балтийском

заводе. Существенным ресурсом при решении пиковых производственных задач и общих проблем остается сотрудничество и привлечение сохранившегося кадрового потенциала бывшего 6-го главка Минсудпрома: Астраханского, Владивостокского, Волгоградского, Калининградского, Нижегородского предприятий «ЭРА», ФГУП СПО «Арктика» и др.

В своей политике ОАО «ЭРА» и его филиал особое внимание уделяют удовлетворению требований и ожиданий потребителей качества продукции, по отзывам наших заказчиков, оно их удовлетворяет.

Система менеджмента качества (СМК) стала важнейшим инструментом повышения организационного уровня производства. СМК филиала в составе СМК ОАО «ЭРА» сертифицирована Российским Регистром и, кроме того, ассоциацией «Петросерт». Сертификат соответствия распространяется на производство и ремонт электротехнических систем в части электромонтажных и регулировочных работ и удостоверяет, что СМК филиала соответствует требованиям ГОСТ Р ИСО 9002, ГОСТ РВ15002 и СРПВТ. Это важнейшее условие выполнения всех заказов завода. Филиал обладает опытом проведения работ по требованиям классификационных обществ «Ллойд», «Германский Ллойд», «DNB». Перечень выполненных за последние годы заказов неоднократно подтверждал профессионализм и качество нашей работы как при постройке, так и при ремонте судов. Например, в июле 1992 г. после пожара на пароме «Анна Каренина» нами по заказу БМП и в ответ на требования «DNV» в течение 24 суток были проведены ремонтно-восстановительные работы с гарантированным обеспечением сроков, что позволило подтвердить бронирование билетов и продолжать их продажу на август, т.е. сохранить судно на линии Санкт-Петербург–Киль.



Президиум торжественного собрания ветеранов-подводников в честь 100-летия подводного флота России. Слева направо: С.В. Лебедев, технический директор, Г.А. Глинский, председатель Совета ветеранов, С.П. Глайхенгауз, председатель Совета директоров ОАО «ЭРА», М.В. Смирнов, директор филиала «Адмиралтейский», Л.Д. Чернавин, председатель президиума Объединенного совета ветеранов-подводников Санкт-Петербурга, И.К. Курдин, председатель совета Клуба моряков-подводников



В 1997 г. коллектив филиала получил высокую оценку НПО «Энергия» за комплекс работ на модуле СКС (стартово-командном судне) по международной программе «Морской старт». Особое напряжение и инициатива потребовались от коллектива филиала в 1998–2000 гг. после спада объемов производства и в 2003–2005 гг. при выполнении заказов пр. 956Э и 956ЭМ для ВМФ КНР.

Потенциал филиала «Северная ЭРА» может быть использован гораздо шире, что подтверждает опыт сотрудничества с ГУП «Мостотрест» по реконструкции инженерных сетей Канонерского и ряда других транспортно-туннелей в 1997–2003 гг., при сооружении объектов в городе, на промышленных предприятиях. Вместе с тем наши специалисты при определенных условиях востребованы на зарубежных верфях (достройка заказов 434, 435 пр. 15760 по заказу «Австрийского Ллойда Гмбх» в Гамбурге).

В настоящее время для реализации возрастающих объемов госзаказа, а также долгосрочных планов развития филиала мы должны решить ряд неотложных задач, к которым в первую очередь относятся: постоянное пополнение кадрового состава за счет молодых специалистов и рабочих, обеспечение уровня их разносторонней подготовки и квалификации, отвечающего требованиям рынка услуг, внедрение информационных технологий управления проектами работ, системно-интегрированных с «электронной моделью» проектов заказов.

В связи с резким ростом объемов в 2003–2005 гг. потребовалось решить ряд задач, в частности увеличения персонала и его качественного роста. Обеспеченность отрасли трудовыми ресурсами ряда специальностей составляла до 50–60% необходимой, в 2003 г. кадровая проблема стала предметом совместного рассмотрения правительства города и Ассоциации предприятий судостроения, членом которой является ОАО «ЭРА». В результате этого была разработана и утверждена губернатором «Программа подготовки кадров судостроительной промышленности города».

В портфеле заказов только филиала «Северной ЭРА» – электромонтажные работы на заказах 956ЭМ для КНР, проектах 22380, 21270, 20350 и др., выполняемых на ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь». В настоящее время ОАО «ЭРА» заключены договоры на подготовку специалистов по электрооборудованию судов, а филиал сотрудничает с профессиональным училищем № 84, открывающем в 2006 г. две груп-

пы учащихся. За последние пять лет состав специалистов и мастеров филиала пополнился выпускниками ГЭТУ, СПбМТУ, СПбГТУВК, ГТУС, ГТААКП, Морского технического колледжа. Благодаря системе стажировок и производственных практик на различных участках и в службах филиала, молодежь успешно осваивает опыт специалистов-ветеранов ведущих бригадиров Р.М. Аргала, В.А. Сокова, А.И. Голубева, В.В. Луканина, М.В. Соловьева; руководителей-специалистов В.А. Ермакова, О.А. Зыкина, М.Д. Степина, В.А. Шашкова, имеющих стаж работы на предприятии от 40 до 55 лет и неоднократно отмеченных государственными наградами. Среди молодых рабочих есть студенты-вечерники, сохраняется система подготовки резерва бригадиров, обеспечивается стимулирование повышения квалификации членов бригад на производстве.

Большое внимание уделяется социальной сфере, так, в филиале созданы комфортные условия для трудящихся: оборудованы комнаты отдыха, тренажерный зал, сотрудники имеют возможность заниматься спортом, посещать базы отдыха ОАО «ЭРА».

К достижениям филиала в области внедрения информационных технологий, без сомнения, можно отнести следующее:

– с 1999 г. требование передачи РКД в виде электронного транспортного массива стало стандартным условием договоров на выполнение электромонтажных работ на заказах. Поэтому в филиале на базе разработок программ-конвертеров, обеспечивающих согласование структур файлов со спецификациями РКД во взаимодействии с САПР ЭЧ любых применяемых систем, организован импорт и формирование проектно-технологических баз данных для разработки документов технологического проекта электромонтажа проектов 956ЭМ («Северное ПКБ»), 20380 (ФГУП ЦМКБ «Алмаз»); проведение, благодаря авторской разработки ОАО «ЭРА» при участии специалистов филиала, системной модернизации эксплуатационной подготовки электромонтажа. Имеющееся в настоящее время ПО «Электрооборудование» и «Кабельный журнал»<sup>®</sup>™ позволяет вести многопользовательский режим; синхронизировать номенклатуры изделий, применяемые проектантом и подразделениями АО; генерировать документы технологического проекта и извещения на изменение в виде стандартных выходных форм, управлять массивами и осуществлять опе-

ративные выборки по назначенным конструктивно-технологическим признакам;

– реализацию электронного документооборота отчетов и извещений между подразделениями.

Материальной базой для развития этого направления стала постоянно модернизируемая ЛВС филиала, состоящая из более чем 40 рабочих станций и трех серверов, включая: почтовый, подключенный к КИС верфи, базы данных технологических проектов и комплекса 1С.8.0 «Предприятие».

Обеспечено решение задач монтажа и регулировочно-сдаточных работ системно интегрированных комплексов управления техническими средствами заказов на новой элементной базе с возрастающим объемом использования кабелей цифровых интерфейсов (информационных шин), регламентированием монтажных воздействий и тестированием параметров, проектно-технологическое структурирование кабельных сетей для выполнения требований категоричности по МЭК и электромагнитной совместимости.

Существенный прорыв в этой области невозможен без пересмотра комплекса метрологического обеспечения испытаний систем и методик в целом проектными бюро.

Особую роль в специализации филиала играет реализация проектов аварийно-восстановительных работ кабельных сетей заказов после крупных пожарных воздействий на базе «стандартного плана качества», одобренного на ряде проектов работ Ллойдом, и современных ремонтных технологий.

План работ включает полное описание всех этапов, от документирования дефектации, оформления видео- и лабораторных отчетов, определения необходимых ресурсов и технологий, программ испытаний, статуса контроля и сроков работ до их сдачи заказчику и гарантийного сопровождения.

Все выше сказанное позволило филиалу выполнить комплекс работ по ликвидации последствий пожарного воздействия на заказе 892, не выходя из общих контрактных сроков работ.

Сегодня мы уверены, что поставленные задачи реальны. Время подтверждает надежность нашей работы.

Коллектив филиала «Северная ЭРА» играет существенную роль в поддержании авторитета ОАО «ЭлектроРадиоАвтоматика» как надежного партнера отечественных фирм и зарубежных компаний.

На правах рекламы ■



# ОАО «ЭЛЕКТРОРАДИОАВТОМАТИКА» ФИЛИАЛ **СЕВЕРНАЯ ЭРА**

Филиал «Северная ЭРА»  
с 1922 года представляет  
ОАО «ЭлектроРадиоАвтоматика»  
на судостроительном заводе  
«Северная верфь»,  
расположенном в акватории  
Санкт-Петербургского  
морского порта.

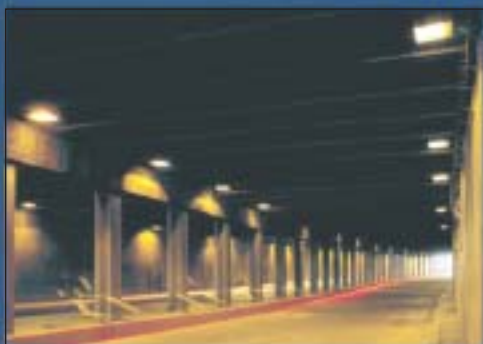


Система менеджмента  
качества филиала  
«Северная ЭРА»  
сертифицирована  
Морским Регистром  
судоходства РФ  
на соответствие  
требованиям  
ISO 9001-2000.  
Филиал выполняет  
полный комплекс  
электромонтажных работ  
на судах и промышленных  
объектах.

198096, Россия,  
Санкт-Петербург,  
Корабельная ул., 6

Факс +7 812 784 9401  
Тел. +7 812 783 9491  
nordera@mail.wplus.net

[www.seacraftsman.euro.ru](http://www.seacraftsman.euro.ru)



Филиал «Северная ЭРА» имеет лицензии  
на строительство и электромонтажные работы  
и имеет опыт работы по спецификациям и  
требованиям, установленным GLC GmbH и DNV.

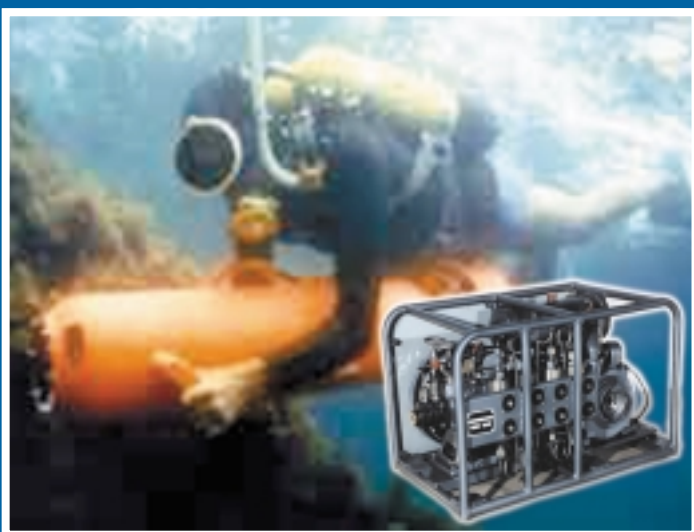
**ВРЕМЯ ПОДТВЕРЖДАЕТ НАШУ НАДЕЖНОСТЬ!**





# ОАО «КОМПРЕССОР»

ОСНОВАНО В 1877 ГОДУ



*Приобретая продукцию нашего завода, вы способствуете  
развитию экономики России*

Адрес: 194044, С-Петербург, Б. Сампсониевский пр., 64. Телефакс (812) 596-33-97.  
Телефоны: (812) 295-50-90 — секретарь, (812) 295-51-27 — отдел маркетинга.  
E-mail: [office@compressor.spb.ru](mailto:office@compressor.spb.ru), [www.compressor.spb.ru](http://www.compressor.spb.ru)





# ФГУП "ЦНИИ "Курс"

- оптимизация совместного функционирования корабельных средств
- оценки электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств кораблей
- системы управления движением судов
- авторулевые на основе спутниковых навигационных систем
- программные комплексы полунатурного и имитационного моделирования корабельного вооружения
- тренажерные комплексы
- средства наглядного представления информации на объемном картографическом фоне
- электронные трехмерные макеты технических систем, объектов, зданий, сооружений
- компьютерная графика в видеофильмах, презентациях, полиграфической продукции



ЦНИИ "КУРС"

Москва, ул. Кирпичная, д. 34А

т. (495)365-1153

факс (495) 365-4314

[www.kyrs.ru](http://www.kyrs.ru) [mail@kyrs.ru](mailto:mail@kyrs.ru)





## НОВОЕ КАЧЕСТВО • НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ • НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

ГЛАВНЫЕ И АВАРИЙНЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ЩИТЫ  
КОМПЛЕКТНЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА  
КОМПЛЕКТНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ  
НИЗКОВОЛЬТНАЯ КОММУТАЦИОННАЯ АППАРАТУРА

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ  
ЭЛЕКТРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА  
МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ

### Проекты 2005

- Буровая платформа Д-6
- Буровая платформа Приразломная
- Атомный ледокол 50 лет Победы
- **Танкера проекта 05-55**
- Корвет проекта 20380
- Авианосец Адмирал Горшков
- Малый ракетный артиллерийский корабль
- Скоростные катера проекта А-45
- Скоростные пассажирские суда проекта А-125



НЭ участвует в модернизации танкерного флота России. Для усовершенствования параклассных танкеров проекта 05-55, строительство которых завершается сейчас на Адмиралтейских верфях, компания НЭ изготовила и поставила электротехническое оборудование. Поставленные на данные суда главные распределительные щиты и другое оборудование гарантирует высокую степень надежности и безопасности в условиях любой сложности.





## «НОВАЯ ЭРА» УЧАСТВУЕТ В РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА СУШЕ И В МОРЕ

*А.Б. Федотов, генеральный директор ОАО «Новая ЭРА»*

**П**етербургская компания «Новая ЭРА» выиграла очередной тендер на участие в одном из крупнейших на сегодняшний день проектов – по разработке Варандейского нефтяного месторождения. Работы, намечающиеся в ходе строительства новой стационарной морской платформы, а точнее, сложного объекта – стационарного морского ледостойкого отгрузочного причала – не первый подобный опыт, что, скорее всего, вновь потребует нестандартных решений.

В последние годы в России предпринимаются активные действия по

разработке новых нефтяных и нефтегазовых месторождений. Стратегическое значение для экономики государства имеет освоение шельфа, где, по оценкам экспертов, существуют запасы «черного золота» в сотни миллионов тонн.

Создание морских ледостойких платформ – достаточно новая организационно-техническая задача для российской науки и промышленности. Для возможности осуществления работ по нефтегазодобыче, тем более на шельфе, потребовалось привлечение и развитие многих прикладных отраслей науки (в частности, гидрометеорологии, инженерной геологии, ледотехники, физики конструкционных материалов и пр.). Сегодня в рамках

освоения прибрежных территорий реализуют свой потенциал ведущие отечественные проектные организации: ЦКБ «Коралл», ЦКБ МТ «Рубин» и др. Разработку месторождений ведут крупнейшие российские компании ОАО «Газпром», ООО «Лукойл», ОАО «Роснефть» и др.

Расширение добычи нефти и газа обеспечивает развитие и финансовую стабильность многих предприятий и организаций страны, создающих условия для разработки месторождений. Несомненно, участие ОАО «Новая ЭРА» в проектировании и строительстве морских стационарных буровых платформ и других морских объектов является весьма перспективным и долгосрочным.



Буровая платформа «Д-6»





Стационарная платформа «Приразломная»

ОАО «Новая ЭРА» на протяжении уже нескольких лет активно и плодотворно сотрудничает и с проектантами, и с разработчиками. Предприятие одним из первых в России создает и поставляет на морские объекты уникальное электротехническое оборудование и выполняет электромонтажные работы. На сегодняшний день компания имеет серьезный опыт участия в подобных проектах. В частности, в период 2002–2006 гг. специалисты ОАО «Новая ЭРА» были задействованы в создании буровой платформы «Д-6» и морской ледостойкой стационарной

платформы «Приразломная». Так, во время работы на буровой платформе «Д-6» специалисты предприятия вели электромонтаж как на суше, так и на море. Для МЛСП «Приразломная» компания создала первое в России средневольтное оборудование в морском исполнении. Все электротехническое оборудование, которое было разработано, изготовлено и поставлено ОАО «Новая ЭРА» на платформу «Приразломная», прошло комплекс испытаний на соответствие требованиям Российского Морского Регистра судоходства и было сертифицировано им.

В апреле 2006 г. компанией «Новая ЭРА» был выигран новый тендер и подписан контракт на участие в строительстве стационарного морского ледостойкого отгрузочного причала для Варандейского нефтяного отгрузочного терминала (СМЛОП «Варандей»). Стоимость контракта, заключенного с ООО «Лукойл-Калининградморнефть» (ООО «Лукойл-КМН» – заказчик строительства СМЛОП «Варандей»), составила более 4 млн. долл. (около 120 млн. руб.).

По проекту строительства морского причала «Варандей» ОАО «Новая ЭРА» будет работать в тесном взаимодействии с ЦКБ «Коралл» и непосредственно со строителем – Калининградским заводом по производству строитель-

ных металлоконструкций. ЦКБ «Коралл», входящий в группу МНП. В настоящий момент уже разработана проектно-конструкторская документация стационарного морского ледостойкого отгрузочного причала для Варандейского нефтяного терминала. В ближайшее время на заводе по производству строительных металлоконструкций ООО «Лукойл-Калининградморнефть» начнется строительство причала.

Для нас проект «Варандей» станет комплексным. Согласно договору с заказчиком, предприятие осуществит на объекте проектирование, разработку, поставку и монтаж оборудования. В результате конкурсного отбора «Новая ЭРА» была выбрана в качестве подрядчика на реализацию всего комплекса сложных электромонтажных работ на причале и поставщиком электротехнического оборудования. Компания должна изготовить и поставить для Варандейского нефтяного отгрузочного терминала распределительные щиты, кабельную продукцию и многое другое. Сейчас на ОАО «Новая ЭРА» начаты опытно-конструкторские разработки оборудования для СМЛОП «Варандей». Учитывая особые условия эксплуатации объекта, требуются нестандартные решения в разработке электротехнического оборудования.

Отличительная особенность работы по вышеназванному проекту – это предельно сжатые сроки. Первые поставки электротехнического оборудования на объект необходимо осуществить уже в этом году. Летом следующего года предполагается отбуксировать причал на север и выполнить его достройку в море. В сентябре будущего года запланированы первые испытания объекта.

СМЛОП «Варандей» по-своему уникален. В отличие от платформы «Д-6» и МЛСП «Приразломная» на причале не будет собственного бурового оборудования. Нефтепровод предполагается проложить с берега к морскому стационарному причалу, а с него уже осуществлять подачу нефти на танкеры. Проект «Варандей» по своим масштабам, характеристикам, а также по объему работ для предприятия превосходит все предыдущие морские проекты.

В настоящее время ОАО «Новая ЭРА» принимает участие в ряде новых тендеров. Ведутся переговоры по поводу возможного участия компании в строительстве других морских платформ и объектов в 2006–2008 гг. Залогом победы являются интеллектуальный потенциал, опыт участия в подобных проектах и производственные ресурсы. Все это у петербургской компании «Новая ЭРА» есть. ■



Новое электротехническое оборудование, поставляемое ОАО «Новая ЭРА» для МЛСП «Приразломная»

**Т**елевизионные системы, установленные на подводных аппаратах (ПА), прошли путь развития от первых надежных камер студийного типа, применявшихся в середине 50-х гг., которые устанавливались в громоздких батискафах, до современных миниатюрных автономных систем.

Предвестником всех современных подводных телевизионных систем была полностью автоматизированная камера фирмы «Хайдро продактс», использовавшаяся на батискафе «Триест» во время его исторического погружения в Марианскую впадину более чем на 10 000 м.

Первые телевизионные системы ПА конструировались с использованием передающих телевизионных трубок, таких, как суперортикон, видикон, суперкремникон. Сложность использования этих изделий заключалась в их ограниченном моторесурсе, который исчислялся несколькими сотнями часов, сложности замены, хрупкости конструкции и недостаточной оперативности использования. Например, для использования суперортикона требовался предварительный его нагрев для выхода параметров телевизионной трубки на оптимальный уровень. Для нагрева требовалось время не менее 30 мин., в течение которого трубка доводилась до требуемых технических характеристик использования, в противном случае срок ее эксплуатации уменьшался.

Еще одним недостатком первых передающих телевизионных трубок явилось запечатывание светопроводящего слоя вследствие воздействия на них прямого светового потока. Для предотвращения этого эффекта необходимо было в схему вводить оптические фильтры, что вело к неудобству эксплуатации из-за громоздкости и усложнения устройства, потери части светового потока и большого оперативного времени для дистанционного управления оптическим устройством.

Совершенствование передающих телевизионных трубок шло по пути улучшения их технических характеристик: чувствительности, надежности, возможности работы в условиях минимальной освещенности. Так, на смену иконоскопам и суперортиконам пришли видеконы и суперкремниконы. Учитывая высокий уровень оптической загрязненности внутренних вод (показатель ослабления водной среды – не менее  $0,6 \text{ м}^{-1}$ ), некоторые фирмы предлагали использовать подводные телевизионные камеры без источников подсветки. Например, в водах Великобритании обычный стандартный видикон использовался без осветительных приборов на глубине 10 м, силиконодиодный направленный видикон – на глубине 40 м, а силиконо-

# ПОДВОДНОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ В ПРОШЛОМ И НАСТОЯЩЕМ

**В.Л. Мартынов**, канд. техн. наук, ФГУП «СПМБМ «Малахит»

вый видикон повышенной мощности – даже более 100 м.

Первые подводные телевизионные системы предназначались для использования водолазами и работали на стандартных видеконах. В зависимости от размера видекона телевизионные камеры устанавливались либо на шлеме водолаза, либо находились у него в руках, что было неудобно в работе. Трубки были диаметром от 12,5 до 25 мм. Первые телевизионные подводные камеры были типа «Обзервер» фирмы «Аквадин», которая управлялась с поверхности со своего пульта, что являлось большим минусом, так как для этого требовался кабель с вьюшкой. Впоследствии были разработаны более совершенные телевизионные камеры типа «Сюрвейер I» фирмы «Хайдро продактс», «Сайклоп» (DR-68) фирмы «Ребикофф андеруотер продактс» и «Си-би I» (с кремниевым диодом) фирмы «Саб-си системз», которые можно было устанавливать на шлеме водолаза.

Это повысило маневренность и обеспечило дополнительную безопасность водолаза. Например, масса телекамеры «Сюрвейер I» составляет в воде всего 1 кг вместе с прожектором. Эта система дает изображение с хорошей четкостью (500 телевизионных строк) при низких уровнях освещенности. Освещение обеспечивается вольфрамовой галогенной лампой мощностью 25 Вт. Надводная система включает в себя монитор, средства связи водолаза и оператора, дистанционный выключатель камеры, прожектора и фокусирования.

Следующей разработкой была система подводного телевидения, обеспечивающая большую четкость изображения в сочетании с повышенной освещенностью – UDATS (Underwater Damage Assessment Television System). За основу этой подводной телесистемы оценки повреждений, разработанной для ВМС США, была взята камера TC-125 (минимум 600 строк), совмещенная с таллий-йодистой вододозной лампой LT-8 мощностью 250 Вт.

В дальнейшем развитие подводно-

го телевидения шло в направлении их использования в мутных водах. Была разработана телевизионная система «Videogama» фирмы «Ребикофф», обладающая полностью корректирующей 105-градусной («Бигай S-105») подводной оптической системой Ребикова-Иванова. «Бигай» (bigeye – большой глаз) оптически «преобразует» воду в воздух, устраняя 35%-ное увеличение, вызванное диоптрическим эффектом, и проводит корректировку сферического, хроматического и астигматического отклонений и «подушкообразного» искажения. Глубина погружения увеличилась почти вдвое, а изображение находилось в остром фокусе в диапазоне почти от самого объектива до расстояния 30 м. Система полностью автоматизирована. В системе «Bigeye» был применен новый высокоомощный широкоугольный охлаждающий прожектор.

На ПА первые телевизионные камеры применялись на малых глубинах при дневном свете, поэтому вопрос об искусственном освещении первоначально не возникал. Широкое применение получили видеконы на кремниевом диоде, потому что они могли функционировать без искусственного освещения. В темной и мутной воде эти камеры позволяли получать относительно четкое изображение.

С увеличением глубины использования телевизионных камер были разработаны силиконовые мощные направленные системы-камеры, которые могут работать в том числе и при отсутствии искусственного освещения. Этот режим – не основной, однако при работе в мутных водах светильники без регулировки величины светового потока были, скорее всего, препятствием, чем помощью.

В ходе дальнейшей модернизации телевизионных подводных камер появился управляемый объектив. Фирма «Хайдро продактс» разработала камеру TC-125-SIT, представляющую собой полностью автономное устройство, помещенное в цилиндрический формованный корпус.

Монохромное телевидение стало шагом вперед по сравнению с фотогра-



фией, однако оно не могло улучшить контрастность черно-белого снимка, на котором запечатлены фрагменты различных цветов. Все они имеют серые оттенки различных градаций яркости. Поэтому были проведены проработки по созданию цветного подводного телевидения, которое позволило бы, например, проводить инспектирование шельфовых сооружений, вести морское строительство, подъем судов со дна моря, выполнять морские биологические исследования окружающей среды и т.д.

В области шельфовых работ часто возникают трудности при расшифровке черно-белых изображений. Дополнительная информация, которую обеспечивает цвет, может помочь, например, при дифференцировании коррозии от других типов разрушения. Цвет совершенно неocenен при изучении органических и неорганических форм на различных конструкциях. Поэтому было затрачено так много усилий для разработки цветных подводных телевизионных систем.

Учитывая то, что в традиционных цветных телевизионных системах существуют три цветных канала – синий, зеленый и красный, их формирование шло следующими последовательными путями. Сначала создавались системы с тремя независимыми чувствительными трубками («трехствольная система»), затем «одноствольная» последовательная система, позднее – «двуствольный» полосовой фильтр и, наконец, «одноствольная» трехэлектродная система.

Одним из первых экспериментов по использованию цветного телевидения под водой был проведен норвежским Военно-морским музеем совместно со Шведской корпорацией радиовещания. При использовании электронной телекамеры в герметичном корпусе с подсветкой от двух 250-ваттных поворотных прожекторов были получены цветные записи с глубины 20 м. Эти эксперименты показали, что даже на глубине 20 м необходима искусственная подсветка, и, прежде чем проводить съемки, надо тщательно проверить освещенность.

В нашей стране первые подводные телевизионные системы «Нева-1» и «Нева-3» были на трубках суперортикон ЛИ-17. Эти трубки использовались в телевизионных системах при обследовании затонувшего линкора «Новороссийск» в Севастопольской бухте в 1955 г. и в телевизионной аппаратуре «Креветка» при поисковых работах по обнаружению подводной лодки пр. 615 «М-256», затонувшей недалеко от Таллина. Обе задачи были решены [1].

Наибольший вклад в разработку и создание подводных телевизионных систем внесли специалисты Ленинградского научно-исследовательского института телевидения. Ими были созда-

ны телевизионные комплексы черно-белого изображения, устанавливаемые на подводных лодках (ПЛ), которые предназначались для наблюдения за обстановкой и работой различных технических средств в помещениях ПЛ, в том числе необитаемых и необслуживаемых, за внешней надводной и подводной обстановкой, а также для отображения буквенно-цифровой и графической информации о состоянии различных технических средств. Была создана база для комплексного использования всех подводных поисковых средств в интересах формирования системы освещения подводной обстановки [2].

Отечественная подводная телевизионная техника не только не отставала от перспективных разработок зарубежных образцов, но порой и опережала их по техническим решениям. В частности, первая в СССР, а возможно и в мире, лазерная подводная телевизионная система «Скат-1» была создана в НИИ телевидения под руководством И.Ф. Елистратова в 1968–1972 гг.

По инициативе И.Ф. Елистратова была впервые в мире разработана и опубликована в 1969 г. теория подводного видения при использовании узконаправленных лазерных пучков (за рубежом аналогичная теория была опубликована на семь лет позже).

Дальнейшее совершенствование телевизионных систем в нашей стране стало возможно при решении задачи их комплексирования с гидроакустическими станциями, что обеспечило передачу видеoinформации по гидроакустическому каналу. Разработанная аппаратура позволила передавать по гидроакустическому каналу связи графические изображения с разрешающей способностью 450 линий (карт, схем, машинописных и рукописных материалов). Дальность передачи достигала около 20 миль по горизонту и 3,5 мили по глубине при относительной скорости перемещения передатчика и приемники до 20 уз.

Успешно применяется телевизионная аппаратура для поиска и разведки полезных ископаемых на подводных аппаратах, разрабатываемых в ФГУП «СПМБМ «Малахит». Эта аппаратура позволяет периодически снимать и передавать по грузонесущему кабелю снимки полей ЖМК с морского дна на буксирующее судно. На судне производится сбор и обработка всей поступающей информации, привязка его к географическим координатам и консервация в базе данных судна. Проработка специалистами конструкторского бюро «Малахит» размещения телевизионной аппаратуры и светильников позволяет уменьшить влияние помехи обратного рассеяния на качество телевизионного изображе-

ния и позволяет получать снимки дна высокого качества.

В 80-е гг. XX в. в стране начали разрабатывать специальную стереотелевизионную систему (СТС) для установки на подводных морских объектах. СТС позволяет передавать и воспроизводить трехмерность наблюдаемых объектов в пространстве. Это очень важно при проведении сложных подводных работ с помощью манипуляторных устройств и механизмов, при осмотре корпуса подводных объектов и др. Работы проводились под руководством В.Д. Дрягзова. Первоначально была создана черно-белая стереосистема. В дальнейшем она была усовершенствована в новой немелькающей цветной СТС, работающей в вешательном стандарте.

Во второй половине 80-х и в 90-е гг. разрабатывалась телевизионная аппаратура, в которой цифровые методы формирования и обработки телевизионной информации составляли порядка 80 %.

В настоящее время морское телевидение развивается по пути применения в качестве преобразователей «свет-сигнал» ПЗС-матриц. Для окончательных устройств отображения информации широко используются безвакуумные жидкокристаллические экраны, а широкое внедрение вычислительной техники позволяет заменять аналоговые методы формирования и обработки телевизионной информации на цифровые.

Важнейшими проблемами при дальнейшем освоении Мирового океана в XXI в. останутся слежение за состоянием реакторов и показаниями приборов, контроль топлива в танках, помощь штурманам при швартовке, проходах в узкостях, каналах, шлюзах, поиск затонувших кораблей и других объектов, океанографические исследования, разведка и добыча полезных ископаемых на дне океана, аварийно-спасательные и другие работы. Для их выполнения строятся обитаемые и необитаемые аппараты, подводные лодки, другая морская техника. Все они оснащаются современным техническим зрением – телевидением, позволяющим решать сложные технические задачи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Грудзинский М.А., Колобков В.С. Морское телевидение – СПб.: Наука, 2003.
2. Мартынов В.Л. Единая система подводного поиска. – Мат-лы 6-й Международной конфер. по морским интеллектуальным технологиям. – Санкт-Петербург, 2005.
3. Мартынов В.Л. и др. Лазерные подводные телевизионные системы // Морской сборник. – 2005. – № 8. ■



## РЕЧМАШ

Светосигнальная аппаратура  
Резинотехнические изделия (РТИ)

Речмаш

---

**Адрес:** 115409, г. Москва,  
Каширское шоссе, дом 41  
**Контактные телефоны:**  
(495) 324-8960, (495) 502-5086, (495) 545-6491  
**Телефон/факс:** (495) 324-8961  
**E-mail :** reka21@mail.ru



Трубные пучки (вставки) к  
теплообменным аппаратам ССУ

### ИЗГОТОВЛЕНИЕ

водо-маслоохладители  
любые модели ССУ  
любое количество  
нержавеющие материалы  
техническая документация

ПОД ТЕХНИЧЕСКИМ НАДЗОРОМ РОССИЙСКОГО МОРСКОГО РЕГИСТРА СУДОХОДСТВА  
Свидетельство СТА № 5314 от 20.02.1996 г.  
414045, г. Астрахань, ул. Балтийская, 31 тел/факс (8512) 30-51-96

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ СУДОВ

в портах Ейск, Азов, Ростов-на-Дону,  
Таганрог, Темрюк, Новороссийский, Туапсе

### ПРОИЗВОДИМ

сварочные работы без докования  
судовой такелаж,  
средства крепления груза,  
чехлы шлюпочные, флаги

### ПРОВЕРЯЕМ:

навигационное оборудование,  
станции пожаротушения;  
калибровка КИП;  
спасательных плотов ПСН;  
дыхательных аппаратов;  
огнетушителей;  
спасательного оборудования

### ПОСТАВКА:

МТС и запчастей

**Единый диспетчерский центр**  
тел. +7(86132) 2-61-19, 2-61-22,  
e-mail: novik@shore.ru www.novik.shore.ru  
353680, Краснодарский край,  
г. Ейск, ул. Р. Люксембург, 26




общество с ограниченной ответственностью

# БАЛТСЕИЛ

С.-Петербург, ул. 5-я Советская, дом 45, офис 101  
тел. (812) 710-39-44, факс (812) 710-39-45



## СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ:

- арматура
- иллюминаторы
- электрика
- дельные вещи

e-mail: baltsail@mail.ru
www.baltsail.ru

### НАДУТЫЕ ДЕЖУРНЫЕ ШЛЮПКИ «ФАВОРИТ»

Надувная дежурная шлюпка "Фаворит", имеющая модификации F-420a, F-450a, F-470a, разработана производственно-коммерческой фирмой "Мнев и К" (СПб., Россия) на основании требований Правил по оборудованию морских судов Российского Морского Регистра судоходства, а также опираясь на рекомендации ИМО MSC.81(70) "Пересмотренная рекомендация по испытаниям спасательных средств Международного Кодекса по спасательным средствам (ЛСА)".



#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

| Наименование показателя                                            | Фаворит F-420a | Фаворит F-450a | Фаворит F-470a |
|--------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Габаритные размеры:                                                |                |                |                |
| - длина макс., м                                                   | 4,20           | 4,50           | 4,70           |
| - ширина макс., м                                                  | 2,00           | 2,00           | 2,00           |
| - высота макс., м                                                  | 0,90           | 0,90           | 0,90           |
| Глубина бакин, м                                                   | 0,50           | 0,50           | 0,50           |
| Размеры кокпита:                                                   |                |                |                |
| - длина макс., м                                                   | 3,00           | 3,30           | 3,50           |
| - ширина макс., м                                                  | 1,00           | 1,00           | 1,00           |
| Количество герметичных отсеков, шт.                                | 5              | 5              | 5              |
| Площадь остеклененности макс. (в т.ч. 1 чел. в лючке/отсеке), чел. | 6              | 6              | 6              |
| Тяговое усилие при макс. мощи ПТМ, кг                              | 820            | 1010           | 1058           |
| Мощность двигателя:                                                |                |                |                |
| - дизельная, кВт (л.с.)                                            | 18 (25)        | 18 (25)        | 22 (30)        |
| - макс., кВт (л.с.)                                                | 22 (30)        | 22 (30)        | 26 (35)        |
| Полный вес шлюпки без двигателя, кг                                | 86             | 105            | 120            |
| Наличием рабочего давления в баллонах, атм                         | 15,2           | 15,2           | 15,2           |

Надувная дежурная шлюпка "Фаворит" может быть укомплектована тепловым мотором, сертифицированным Российским Морским Регистром судоходства.



**ООО ПКФ "Мнев и К"**  
192148 Санкт-Петербург, ул.О.Берггольц, 40,  
т/ф.: (812) 331-8810, 331-88-11  
info@mnev.ru mnev@lek.ru www.mnev.ru

АВИГАТЕЛИ, ОБОРУДОВАНИЕ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ



# СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ БЕРЕТ КУРС В ОТКРЫТОЕ МОРЕ

*Высокой маневренностью и надежностью отличаются суда и паромы, оснащенные крыльчатыми движителями Voith Schneider. «В/Ф Аукра» – это один из образцовых паромов специального морского флота. На борту установлено оборудование «Rexroth», дистанционное автоматическое управление пропульсивным комплексом семейства «Marex». Паром курсирует в норвежских прибрежных водах и способен вместить 399 пассажиров и до 50 автомобилей.*



**С 2005 г. новый паром соединяет остров Gossa с городом Hollingsholm материковой Норвегии**

Ormen Lange – это крупнейшее месторождение природного газа, разрабатываемое в настоящее время недалеко от побережья Норвегии. Работы располагаются в основном в «Aukra», небольшом городке на о. Gossa. Паром «В/Ф Аукра» поддерживает сообщение с материком и летом, и зимой, постоянно подвержен воздействию сурового климата норвежских фьордов. Поэтому часто беспокойное море и протяженность пути в три километра диктуют особые условия для обеспечения маневренности и безопасности. «Aukra» подходит для этого плавания как нельзя лучше. Сердцем пропульсивной установки судна являются гребные винты Voith Schneider Propeller (VSP), для которых судостроительная компания «Voith Turbo» около

трех лет подыскивала новую систему управления. Система ДАУ «Marex OS» производства «Rexroth» получила оценку специалистов как современная электронная система ДАУ двигателями судна. Уже во время ее проектирования судостроительный завод «Aker Aukra AS» получил заказ на производство «двухстороннего» парома, для которого собирались использовать два винта Voith Schneider, а также резервный винт.

## **ТРЕБОВАНИЯ К ПРИЧАЛИВАНИЮ**

С января 2005 г. паром, принадлежащий компании «Møre og Romsdal Fylkesbåtar», ежедневно пересекает пролив Julsund. Для плаваний на такие короткие расстояния и многократ-

ного маневрирования лучше всего подходят крыльчатые движители Voith Schneider, так как они обеспечивают движение во всех направлениях.

Команда управления для крыльчатых движителей Voith Schneider, поступающая от мостика, обрабатывается электрически и механически. Система ДАУ передает сигнал управления по шине CAN двум пропорциональным гидрораспределителям модели IAC-P, которые, в свою очередь, управляют двумя цилиндрами типа CDT3. Они расположены под углом в 90° друг к другу, воздействуют на управляющий рычаг и оборудованы системой контроля перемещения штока. Возможны определение фактического перемещения штока цилиндра и коррекция управляющего сигнала благодаря наличию обратной связи.

**В системе управления «Voith Turbo Marine»  
нашло применение мультитехнологическое  
решение, обеспечивающее высокую  
маневренность судна**



**Оптимальный привод  
для судов с высокими  
требованиями  
по маневренности:  
принцип Voith Schneider  
Propeller находит свое  
лучшее воплощение  
с системой управления  
«Rexroth»**

## ПРОСТОЕ СОГЛАСОВАНИЕ

Система ДАУ для высокоманевренных винтов Voith Schneider производства компании «Voith Turbo Marine» – это комплексное технологическое решение. «Rexroth» предоставляет специально разработанную согласно техническому заданию VTM систему управления на основе комплекса «Marex OS», а также все органы управления, необходимые для оборудования мостика. Компоненты системы управления удобны при монтаже. Программное обеспечение с гибкой регулировкой параметров позволяет реализовать управление судовыми двигателями различных производителей, при этом система «Marex OS» может легко согласовываться с другими винтами. В комплект поставки модуля управления также входит «штурвал» для винтов и все необходимые электрические кабели.

Из широкого ассортимента гидравлического оборудования компания «Bosch Rexroth» поставляет распределительные коробки, блок управления с установленными клапанами, цилиндры, включая систему контроля положения, а также оба гидравлических насоса типа A10VSO. Судно имеет класс Det Norske Veritas (DNV). Паром «B/F Aukra» – пилотный проект. Если норвежский паром с данной системой управления получит достаточно высокую оценку, то в последующее десятилетие подобной техникой будет оснащено до 150 паромов.

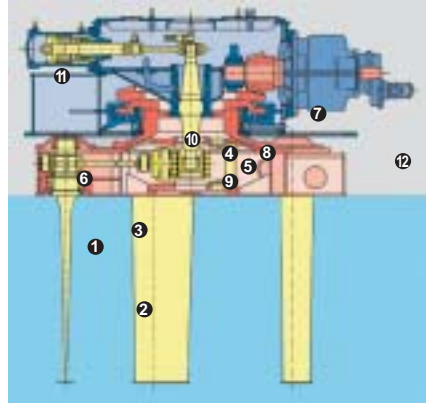
## КОНТАКТЫ:

ООО «Бош Рексрот»  
The Drive & Control Company  
105523, Россия, Москва,  
Щелковское ш., д. 100, эт. 11  
Тел.: +7 495 783 30 60  
Факс: +7 495 783 30 69  
marinesales@boschrexroth.ru  
www.boschrexroth.ru

## Гребной винт Voith Schneider®

## ПЕРЕМЕЩЕНИЕ В ЛЮБОМ НАПРАВЛЕНИИ

По проекту австрийского инженера Эрнста Шнайдера создан компанией «Voith» свыше 78 лет назад единственный в своем роде оригинальный движитель, обеспечивающий плавное, точное и быстрое движение во всех направлениях. Для этого сам привод и модуль управления размещены в одном агрегате. Это решение простое и одновременно интересное: в винтах Voith Schneider лопасть вращается вокруг оси, расположенной вертикально под днищем судна. На равномерное вращательное движение при производстве двигательной силы как бы накладывается колебательное движение отдельной лопасти винта вокруг своей оси (так же, как движение хвостового плавника рыбы). Угол наклона лопастей определяет направление перемещения, а скорость вращения барабана – скорость хода судна. Исходя из этого, возможно создание одинакового по всем направлениям перемещения – идеальный регулируемый гребной винт. Обе переменные – величина и направление перемещения – регулируются механическим приводом, кинематикой.



1. Корпус
2. Лопасти
3. Кинематика
4. Управляющий рычаг
5. Гидравлический исполнительный цилиндр
6. Коническая зубчатая передача
7. Цилиндрическая понижающая передача
8. Барабанный привод
9. Корпус гребного винта
10. Упорный подшипник скольжения
11. Роликоподшипник
12. Насос





# ООО «ТЕХИНЖИНИРИНГСЕРВИС»

Проектирование электрораспределительных устройств судов  
Комплексная поставка судового электрооборудования и кабельной продукции  
Изготовление судовых электрораспределительных устройств  
Все оборудование сертифицировано речным и морским регистром  
Продажа «ЗИП»-электрооборудования  
Гибкая система кредитов и рассрочек платежей  
Гарантия 3 года  
Гарантийное и послегарантийное обслуживание  
Поставки в любую точку России



## ФИЛИАЛЫ ООО «ТФС – ТЕХИНЖИНИРИНГСЕРВИС»

г. Москва, 127018, ул. Складочная, д.1, стр.1, корп. 4  
electro@tfs.ru (код 495) 363-01-09, факс: 363-01-06  
г. Екатеринбург, 620063, ул.8 Марта, д.66а  
ekaterinburg@tfs.ru (код 343) 376-14-05, 376-15-05  
г. Краснодар, 350062, ул.Яна Полуян, д.33  
elektrokomplekt@tfs.ru (код 861) 210-03-03, 210-03-32  
г. Казань, 420087, ул. Родины, д. 8а  
kazsekr@tfs.ru (код 843) 299-20-04, факс: 267-94-87

[WWW.TFS.RU](http://WWW.TFS.RU)

## ДИЗЕЛИ

Г60, 23/30, 18/22, Д6-12, 12/14

Запчасти. Ремонт.  
Куплю неликвиды.

т/ф (8312) 45-13-50  
odv@apparatdiesel.ru

## ООО «МЕТАЛЛОЦЕНТР»

тел.: (812) 329 06 94, 947 64 20  
тел./факс: (812) 722 43 45, 329 06 95  
e-mail: metallocenter@rambler.ru  
Санкт-Петербург, 6-й Предпортовый пр., 12

|             |           |
|-------------|-----------|
| ЛИСТ        | ПРУТОК    |
| ПЛИТА       | ТРУБА     |
| ТАВР        | УГОЛОК    |
| ПАНЕЛИ      | ЛИСТ      |
| ЛИСТ "ДУЭТ" | "КВИНТЕТ" |
| ПОЛОСОБУЛЬБ | ПРОВОЛОКА |

АМГБ АМГЗ 1561

**АЛЮМИНИЕВЫЙ**  
для



ПОСТАВКИ НА ЗАКАЗ



АССОРТИМЕНТНЫЙ СКЛАД

**ПРОКАТ**  
СУДОСТРОИТЕЛЕЙ

# К рабел.ру

информационно-поисковая система

[www.korabel.ru](http://www.korabel.ru)

# «ТФС-ХОЛДИНГ» ОБЕСПЕЧИВАЕТ СЕРТИФИЦИРОВАННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ БОЛЕЕ 7 ТЫСЯЧ КЛИЕНТОВ

**«ТФС-Холдинг» – дистрибьютор электротехнического оборудования с 1992 г. В ассортименте оборудования, постоянно находящегося на складах Группы «ТФС», около 7 тысяч наименований: от силового промышленного оборудования, промышленных низковольтных электроустановок и водно-распределительных устройств (шкафов) до окончных установочных изделий и осветительной техники.**

«Группа ТФС» – это холдинг, состоящий из центральной управляющей компании и сети сбытовых фирм – трех в Москве и региональных представительств в Казани, Новосибирске, Екатеринбурге, Самаре, Краснодаре, Нижнем Новгороде. В Москве действует центральный склад, обеспечивающий работу на основе программно-технического комплекса, объединяющего в единую сеть все структуры и филиалы и функционирующего в режиме реального времени.

У «Группы ТФС» – более 7 тысяч клиентов. Ее электрооборудованием оснащены здания Правительства Российской Федерации, Совета Федерации, Счетной палаты и московской мэрии, объекты Кремля, Центральный Банк России, посольство США в Москве, Деловой центр, стадион Лужники, Дом Правительства в Екатеринбурге и др.

Сегодня «ТФС» представляет в России весь комплекс электрооборудования ведущих европейских и российских производителей – таких, как «Legrand», «ABB», «Schneider Electric», «Vergokan», «Prisma», «Philips», «Alcatel» («Nexans»), «ДКС», «Световые технологии» и др.

В ассортименте – силовые промышленные установки, водно-распределительные устройства: шкафы, автоматические выключатели, УЗО, пускорегулирующая аппаратура, кабельные лотки и электротехнические коробки, монтажные и распределительные коробки, аксессуары для устройств сигнализации, прокладки, маркировки и подключения кабелей, кабельная продукция, универсальные установочные изделия для наружной и внутренней проводки, счетчики расхода электроэнергии, разнообразное осветительное оборудование, приборы для уличного и промышленного освещения, источники света.

В 2003 г. «ТФС» ввело трехлетнюю гарантию на оборудование. При необходимости компания оказывает помощь в оформлении и согласовании документации с надзорными органами, выполняет электромонтажные и пусконаладочные работы. Все виды работ и услуг поддерживаются службами зарубежных партнеров-поставщиков.

В состав холдинга входит подразделение «Техинжинирингсервис», предлагающее услуги по созданию электрических проектов, конструированию и сборке ВРУ до 4000 А, АВР, шкафов управления и автоматики, в том числе нестандартной конфигурации, а также шефмонтаж, гарантийное и постгарантийное обслуживание.

Основные заказчики и потребители ООО «ТФС-Холдинг» и «Техинжинирингсервис» – это ОАО «Газавтоматика», ОАО «Варьеганнефть», ОАО «Лукойл», ОАО «МССЗ», ООО «Астраханьгазпром».

При этом значительным техническим дополнением, реализуемым коллективом ООО «Техинжинирингсервис», является оснащение главных распределительных щитов системой автоматического ввода гарантийного питания и счетчиками коммерческого учета с возможностью ввода информации в систему автоматизированного учета и контроля (АС- КУЭ). Ко всем шкафам, изготовленным в ООО «Техинжинирингсервис», прилагаются сертификаты соответствия с гарантией 24 месяца. Возможно изменение технической части проекта силами конструкторского бюро ООО «Техинжинирингсервис».

Для заказчиков действуют системы рассрочки платежей и скидок, предусмотрено абонентское обслуживание, кредитования, им предлагается техническое и проектное консультирование, бесплатные обучающие семинары фирм-поставщиков, доставка. ■

## АДРЕСА И ТЕЛЕФОНЫ ФИЛИАЛОВ ООО «ТФС – ТЕХИНЖИНИРИНГСЕРВИС»

|                                                |                                                                    |                                      |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| г. Москва, 127018, ул. Складочная, д.1, стр.1. | <a href="mailto:electro@tfs.ru">electro@tfs.ru</a>                 | (код 495) 363-01-09, факс: 363-01-06 |
| г. Екатеринбург, 620063, ул.8 Марта, д.66а     | <a href="mailto:ekaterinburg@tfs.ru">ekaterinburg@tfs.ru</a>       | (код 343) 376-14-05, 376-15-05       |
| г. Краснодар, 350062, ул.Яна Полуян, д.33      | <a href="mailto:elektrocomplekt@tfs.ru">elektrocomplekt@tfs.ru</a> | (код 861) 210-03-03, 210-03-32       |
| г. Казань, 420087, ул. Родины, д. 8а           | <a href="mailto:kazsekr@tfs.ru">kazsekr@tfs.ru</a>                 | (код 843) 299-20-04, факс: 267-94-87 |



Союз предприятий «Шип-Мастер» – это объединенные ресурсы исторически сильных компаний. Этот уникальный союз, обладающий абсолютной надежностью и рыночной стабильностью, предоставляет полный цикл услуг по поставкам судового снабжения. Основообразующими фирмами Союза стали акционерные общества «Шип-Мастер» и «Шип-Мастер Дельта», а также ряд других организаций с участием российского и зарубежного капиталов, имеющих родственную финансовую и юридическую направленность своей деятельности.

Каждый из менеджеров высшего звена Союза предприятий «Шип-Мастер» управляет определенными направлениями бизнеса компании и может предложить вашему предприятию поставки следующего оборудования и снабжения: якорные и швартовные цепи и швартовные устройства, якоря, клюзы, стопора, шпиль, брашпили, киповые планки, роульсы, кнехты, битенги, утки, материалы для отделки внутренних помещений, включая каютные двери и ванные комнаты. Одно из направлений деятельности компании – поставка и проверка аварийно-спасательного имущества, включающего спасательные круги, жилеты, пиротехнические изделия, штурманские приборы, огни поиска и многое другое.

Среди наших лучших партнеров – крупнейшие судовладельцы, заводы и порты (ОАО «Северо-Западное пароходство» (ООО «Волго-Нева»), ОАО «Волготанкер», ОАО СЗ «Северная верфь», ОАО «СК «Волжское пароходство», «INOK N.V.», ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз», ФГУП «Адмиралтейские верфи», ОАО «Судпромкомплект», ОАО «ПЕЛЛА», ОАО ПКБ «ВЫМПЕЛ», ФГУП «ПО «СЕВМАШ», ФГУП «28 Военный завод», ФГУП «780 Военный завод» и многие др.).

«Шип-Мастер» – единственный представитель в Российской Федерации крупнейшего в мире производителя якорной и цепной продукции – «Jiangsu Asian Star Anchor Chain Co.», Ltd. (AsAc), Китай. «AsAc» – предприятие, имеющее признание Главного управления Российского Морского Регистра судоходства, а также Bureau Veritas, Lloyd's Register of Shipping, Det Norske Veritas AS, American Bureau of Shipping, Germanischer Lloyd, RINA и многих других квалификационных обществ. По действующему соглашению поставки якорного оборудования в Россию осуществляют компании «Kettenfabrik Mester GmbH», Dortmund, Germany и «RGF Offshore & Trading AG», Luzern, Switzerland, продающие и продукцию вышеуказанного предприятия, и продукцию других заводов Китая, но не имеющих действующих, аккредитованных представительств на территории России. В связи с вышесказанным, а также с заключенным договором с «Jiangsu Asian Star Anchor Chain Co.», гарантийное и после гарантийное сопровождение продукции вы сможете получить только при сотрудничестве с предприятием «Шип-Мастер» – официальным дистрибьютором завода. Работая с официальным дистрибьютором, вы получаете не только продукцию гарантированного качества, но и все дополнительные преимущества и возможности, которые мы возложили на себя, став представителем «Jiangsu Asian Star Anchor Chain Co.» в России.

«Jiangsu Asian Star Anchor Chain Co.», Ltd. (CHINA) – одно из крупнейших в мире производств якорных цепей. Цепи «Jiangsu Asian Star Anchor Chain Co.» Ltd (далее по тексту «Asian Star») продаются фирмами Финляндии, Норвегии, Швеции, Нидерландов, Италии, Великобритании, Японии, Кореи, Испании, США, Канады и многих других государств мира. Компания «Asian Star» была выбрана «Cunard Line» как поставщик якорного каната для лайнера «Queen Mary 2», который является крупнейшим и самым дорогим когда-либо построенным пассажирским лайнером в мире. Заслуженно звучат слова девиза, избранного компанией: «Asian Star» – это Имя Качества и Репутации.

Завод компании «Asian Star» был построен в 1981 г. с использованием новейших технологий и внедрением в производственный процесс современной системы качества. Более 80% произведенной продукции экспортируется в более чем 50 стран мира. За прошедшие три года «Asian Star» признается лучшим предприятием по качеству и по количеству экспортируемой продукции в Китае. Заводу принадлежат производственные, складские и офисные помещения, общей площадью 152 000 кв.м. Ежегодное увеличение производства цепей составляет не менее 20–25 %.

«Asian Star» – единственный частный изготовитель якорных цепей в Китае и классифицируется банками как клиент для получения кредита класса AAA (национальная компания первого класса).

РОССИЯ, 198103, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ,  
РИЖСКИЙ ПРОСПЕКТ, ДОМ 19  
Тел/факс (812) 251-81-11  
Тел/факс (812) 575-33-38  
Тел/факс (812) 251-73-03  
Тел/факс (812) 575-33-40  
E-mail: info@shipmaster.ru  
WWW.SHIPMASTER.RU

Освоение Мирового океана и рациональное использование его природных ресурсов неразрывно связаны с перманентно возрастающими негативными техногенными воздействиями на окружающую среду. При этом на данном этапе развития цивилизации полностью исключить техногенез или даже существенно ограничить его масштабы не представляется возможным. Речь может идти лишь о той или иной степени **оптимизации** антропогенной нагрузки на морскую среду, определяемой компромиссом между экономическими и экологическими интересами общества. Такая оптимизация должна базироваться на соответствии техногенного фактора (уровня и объема техногенеза) природному (способности биосферы к самоочищению и самовосстановлению). Это положение лежит в основе так называемой «концепции устойчивого развития» человеческого сообщества, впервые сформулированной на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в 1992 г. в Рио-де-Жанейро (Бразилия) и которой в настоящее время следует большинство цивилизованных государств мира, в том числе и Россия, используя ее в качестве научного фундамента охраны окружающей среды.

В документах Конференции отмечено, что **устойчивое развитие** (sustainable development) *есть длительный, управляемый и демократический процесс изменения общества на глобальном национальном, региональном и локальном уровнях, нацеленный на улучшение качества жизни для настоящего и будущего поколений, при условии ограничения техногенной нагрузки не природные экосистемы рамками их жизнеобеспечивающей способности*. Основные направления перехода нашего государства к устойчивому развитию утверждены специальным Указом Президента РФ № 440 от 1 апреля 1996 г.

Внедрение в России Концепции устойчивого развития применительно к охране морской среды невозможно без коренной перестройки преподавания экологических дисциплин в морских технических вузах. В настоящее время существует два базовых подхода к организации подготовки специалистов, призванных обеспечить экологическую безопасность морской техники и морских технологий.

Традиционно первое из них – инженерная защита окружающей среды – присутствует практически в любом техническом университете. В СПбГМТУ это специальность 553500 «Инженерная защита окружающей среды». Главная задача этого направления – подготовка специалистов в области создания инженерных сооружений, препятствующих попаданию в окружающую среду антропогенных загрязнений от действующих промышленных установок (очистные со-

# ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В МОРСКОМ ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

**А.В. Смольников**, проректор по учебной работе,  
**В.М. Журава**, декан факультета кораблестроения и океанотехники,  
**В.Н. Разуваев**, зав. кафедрой «Океанотехника и морские технологии»,  
**И.В. Алешин**, проф. кафедры «Океанотехника и морские технологии», СПбГМТУ

оружения, фильтры и т.д.), а также ликвидации их, если загрязнение окружающей среды все-таки произошло. **Необходимость дальнейшего развития этого направления в морских технических вузах не вызывает сомнения**, поскольку морская техника и морские технологии – один из главных источников загрязнения морской среды. Также закономерно, что главный акцент при подготовке профессиональных инженеров-экологов – на использовании современных химических технологий защиты окружающей среды. При этом, разумеется, будущие инженеры-экологи должны получать и необходимые знания по морской технике и морским технологиям, что позволит им в будущем более эффективно разрабатывать инженерные средства защиты морской среды от антропогенного загрязнения.

Второе направление – обеспечение экологической безопасности морской техники и морских технологий, появилось сравнительно недавно в связи с реализацией в нашем государстве Концепции устойчивого развития. Одним из важнейших условий ее в настоящее время является создание экологически безопасных объектов морской техники (в том числе транспортных, пассажирских и вспомогательных судов, буровых платформ, подводных трубопроводов, портовых терминалов, погрузочно-разгрузочного оборудования, вспомогательной береговой инфраструктуры и т.д.), а также разработка соответствующих технологий их эксплуатации (включая транспортировку, погрузку-разгрузку и хранение различных грузов, подводную добычу нефти и газа, строительство морских сооружений, изучение океана и т.д.), которые при максимальной экономической эффективности наносили бы минимальный ущерб Мировому океану. В последние годы ни один крупный проект в этих направлениях не обходится без тщательной экологической экспертизы и адекватного экологического «сопровождения» на всех этапах его реализации –

от проектирования, до строительства, эксплуатации и утилизации морских объектов. Решение такой сложной задачи **требует подготовки не просто инженеров-экологов с «морским уклоном», а морских инженеров, профессионально разбирающихся в современных морских технологиях и морской технике, и, в то же время, обладающих фундаментальными познаниями в области экологии моря**. Главный акцент в подготовке специалистов по этому направлению – традиционное кораблестроительное образование с хорошей экологической подготовкой.

СПбГМТУ, являющийся базовым вузом РФ по морским технологиям и морской технике, ведет такую подготовку на факультете кораблестроения и океанотехники по специальности 180106 «Океанотехника» в рамках одной из ее специализаций уже более 10 лет. Студенты этой специальности – будущие морские инженеры – получают инженерное образование в области проектирования, постройки и эксплуатации океанотехники и в то же время – значительную подготовку в области экологии моря и морского экологического права, что позволяет им решать актуальные задачи по созданию современной морской техники и технологий для экологически безопасного освоения запасов ископаемых энергоресурсов континентального шельфа Мирового океана.

Очевидно, невозможно объединить эти два направления подготовки выпускников морских технических вузов, поскольку они ориентированы на разные аспекты окружающей среды и требуют различных по содержанию образовательных программ. Общим для обоих направлений должна быть ориентация на практические задачи охраны окружающей среды при проектировании и эксплуатации морской техники в нашем государстве.

Рассматривая проблему подготовки морских инженеров шире, следует отметить, что изучение ряда специальных





*Спуск подводного аппарата «Seaeye»*

дисциплин базируется на использовании требований существующих конвенций, правил и других нормативных документов, что создает у ряда студентов иллюзию того, что достаточно выполнить эти требования при проектировании морской техники и эта техника при штатной ее эксплуатации не будет оказывать негативного влияния на морскую среду, то есть, она будет «экологически чистой».

Для разрушения такой иллюзии следует еще в ходе обучения закладывать у студентов отчетливое понимание принципа «презумпции потенциальной экологической опасности» любого проектируемого объекта морской техники. Поэтому на взгляд авторов статьи знания по экологии моря должны получать все будущие морские инженеры независимо от конкретной специализации.

Необходимый уровень теоретической и практической подготовки будущих морских инженеров по экологии моря должен обеспечиваться не только аудиторными занятиями, но и их активным привлечением к научным исследованиям в области экологического мониторинга морской среды, натурным испытаниям образцов экологически безопасной морской техники, разработке экологически безопасных морских технологий и использовании этих результатов в учебном процессе. Сказанное предполагает наличие специализированных учебных лабораторий с необходимым оборудованием и судами-носителями.

Эффективность экологического образования существенно повышается при активном использовании связей с зарубежными вузами в плане обмена студентами для прохождения практик и стажировок, выполнения выпускных работ по тематике, связанной с экологией моря.

Работа на современном оборудовании в лабораториях, контакты со сверстниками и специалистами этих вузов помогут сформировать у наших студентов необходимые навыки теоретического и практического решения экологических проблем.

В настоящее время в СПбГМТУ большое внимание уделяется привлечению студентов и аспирантов к научным исследованиям в области изучения экологического состояния морской среды, моделирования происходящих в ней природных и антропогенных процессов, а также к использованию полученных ими знаний при решении конкретных научных и инженерных задач. Так, в течение лета и осени 2005 г. состоялось четыре выхода студентов и преподавателей на борту яхт «Селенга» и «Хортица» в Финский залив для проведения экологического мониторинга акваторий, непосредственно примыкающих к Санкт-Петербургу и подвергающихся наиболее интенсивной антропогенной нагрузке.

Для повышения «экологической квалификации» двое студентов кафедры «Океанотехника и морские технологии» (третьего и пятого курсов), владеющие разговорным английским языком, летом 2005 г. проходили стажировку в Королевском технологическом университете Стокгольма (Швеция). В процессе стажировки студенты научились пользоваться самой современной дистанционной оптической аппаратурой для обследования и изучения экологически опасных техногенных объектов на морском дне.

Студенты старших курсов и аспиранты СПбГМТУ принимают активное участие в научных исследованиях. Например, аспиранты кафедры «Океанотех-

ника и морские технологии» участвуют в выполнении совместных научных исследованиях СПбГМТУ и Дальнянского морского технологического университета (Китай) по изучению аварийных разливов нефти из подводных трубопроводов в рамках гранта международного отдела РФФИ. Результаты исследований были опубликованы в двух номерах журнала «Морской вестник», докладывались на конференции «ОКЕАНГЕО-2005» (соавторами статей и докладов являются студенты и аспиранты кафедры).

В настоящее время решается вопрос об организации на факультете кораблестроения и океанотехники при кафедре «Океанотехника и морские технологии» учебной лаборатории для методического, информационного и аппаратурного обеспечения учебного процесса (практические занятия, лабораторные работы, морские экологические исследования, экологическая практика, моделирование природных и техногенных катастроф, в частности разливов нефти, оценка воздействия на окружающую среду объектов морской техники).

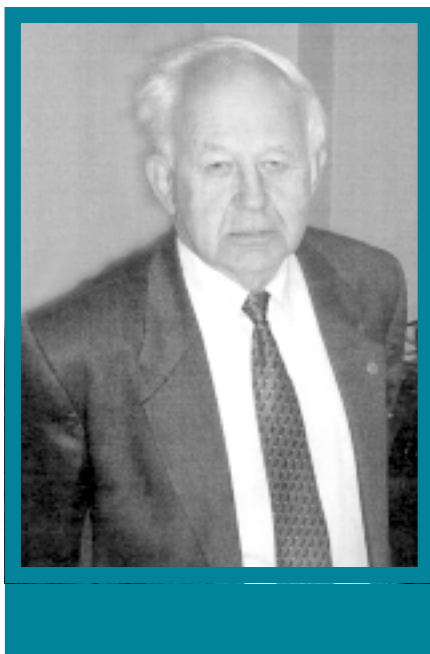
Важным шагом в дальнейшем совершенствовании экологического образования в морских технических вузах должна стать организация при них учебных центров послевузовского экологического образования, обеспечивающих периодическую переподготовку и аттестацию специалистов, занимающихся разработкой и эксплуатацией современной морской техники.

В дальнейшем предполагается расширять как международное сотрудничество в области экологии моря и экологического образования студентов и аспирантов СПбГМТУ, так и привлекать для проведения совместных исследований и разработок представителей других вузов морского профиля нашего города.

Задача подготовки и переподготовки морских инженеров с достаточными экологическими знаниями, учитывая статус Санкт-Петербурга как морской столицы России, имеет большую общественную значимость.

**Создание условий для решения этой задачи в СПбГМТУ – залог успехов нашего государства в эффективном освоении Мирового океана и рациональном использовании его природных ресурсов при сохранении окружающей среды в виде пригодной для нормального существования нынешнего и будущего поколений.**

Только в случае комплексного подхода к проблеме экологического образования в морском техническом вузе можно ожидать, что Концепция устойчивого развития применительно к охране морской среды будет полноценно реализовываться и морская техника, создаваемая в России, будет наносить минимальный ущерб Мировому океану. ■



## К 80-ЛЕТИЮ ПРОФЕССОРА А.А. РУСЕЦКОГО

**22** июля 2006 г. исполняется 80 лет Александру Алексеевичу Русецкому – главному научному сотруднику ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, доктору технических наук, профессору, заслуженному деятелю науки, лауреату Ленинской премии.

После окончания в 1949 г. Ленинградского кораблестроительного института он неизменно работает в Крыловском центре, где занимал должности от инженера до начальника отделения в области корабельной гидродинамики, а с 1989 г. – главного научного сотрудника. Кандидатскую диссертацию защитил в 1953 г., докторскую – в 1964 г.

А.А. Русецкий – видный ученый в области корабельной гидродинамики, одного из основных направлений отраслевой науки, а также известный специалист в судостроительной и смежных отраслях промышленности. Профессора А.А. Русецкого отличает умение использовать новые научные результаты в области теоретической и экспериментальной гидродинамики для решения практических задач судостроения.

Научная и инженерная деятельность А.А. Русецкого характеризуется широким диапазоном и направлена на решение актуальных проблем народно-хозяйственного и оборонного значения. В частности, он много внимания уделял созданию методов расчета и оптимизации органов управления и стабилизации движения судов, разработке новых конструкций движителей, повышению их эффективности и эксплуатационной надежности, разработке и внедрению мероприятий, направленных на снижение гидродинамической шумности судов и их движителей.

Наиболее значимыми результатами, полученными А.А. Русецким, являются разработка метода гидродинамического расчета рулей, впервые учитывающего влияние кавитации, создание и внедрение нового профиля рулей успокоителей качки и участие в создании первого в нашей стране серийного образца успокоителя.

А.А. Русецким выполнен обширный цикл работ в области гидродинамического расчета винтов регулируемого шага (ВРШ). Разработанные им методы расчета, не имевшие аналогов за рубежом, были использованы при проектировании первых отечественных ВРШ, в создании и испытаниях которых он принял деятельное участие.

Под его руководством проводились комплексные исследования ряда движителей нетрадиционной конструкции – угловых колонок, гидромогильников, крыльчатых движителей, средств активного управления. В процессе своей инженерной деятельности А.А. Русецкий накопил богатый опыт проведения натурных испытаний кораблей.

Возглавляя отделение гидродинамики быстроходных судов, Александр Алексеевич Русецкий внес значительный вклад в создание кораблей и судов с динамическими принципами поддержания и, в частности, больших морских кораблей на подводных крыльях и экранопланов. Его творческий вклад в формирование облика этих кораблей, их проектирование и в реализацию обширной программы их испытаний неоспорим.

В последующие годы А.А. Русецкий сосредоточил свое внимание на проблемах снижения интенсивности физических полей, генерируемых движителями водоизмещающих кораблей, предложил и внедрил ряд оригинальных конструкций движителей, обеспечив снижение этих полей.

Являясь признанным специалистом и основателем научных направлений, А.А. Русецкий ведет педагогическую деятельность и работу по подготовке научных кадров. С 1953 г. он читал курсы лекций в Ленинградском кораблестроительном институте. Под его научным руководством защищено более 20 кандидатских диссертаций. В настоящее время

Александр Алексеевич – профессор на кафедре судостроения Университета водных коммуникаций.

Профессор А.А. Русецкий – автор учебника и ряда учебных пособий. Будучи председателем секции гидродинамики научного Совета по проблемам судостроения Академии наук СССР, членом Совета по проблемам гидродинамики при Президиуме Академии наук, ведет большую научно-общественную работу. В настоящее время является заместителем председателя Совета по проблемам управления морскими судами Института проблем управления РАН, председателем секции мореходных качеств НТО судостроения, почетным членом которого он избран в 1992 г. С 1991 г. – А.А. Русецкий действительный член Академии транспорта, а с 1995 г. – действительный член Академии навигации и управления.

А.А. Русецкий неоднократно представлял отечественную науку на международных конференциях и симпозиумах за рубежом. Им лично и в соавторстве опубликовано около 200 научно-исследовательских работ, в том числе 17 книг, он имеет 22 авторских свидетельства на изобретения.

Как специалист по кавитации Александр Алексеевич более 10 лет руководил кавитационной лабораторией. Под его руководством были построены две кавитационные трубы специального назначения. Накопленный опыт позволил ему возглавить проектирование и участвовать в сдаточных испытаниях большой кавитационной трубы для Индии, которая получила высокую оценку заказчика.

Деятельность А.А. Русецкого отмечена правительственными наградами (орден «Знак почета»), а также многочисленными дипломами и грамотами. Он – лауреат Ленинской премии.

**Друзья и коллеги поздравляют Александра Алексеевича со знаменательным юбилеем, желают ему здоровья, долголетия и творческих успехов.**

**Редколлегия журнала «Морской вестник» присоединяется к этим поздравлениям и желает юбиляру крепкого здоровья, благополучия и надеется на дальнейшее сотрудничество. ■**



Освоение ресурсов углеводородного сырья континентального шельфа России – приоритетное направление энергетической стратегии на современном этапе.

Анализ мировой практики обустройства и транспортировки природного газа с морских и прибрежных месторождений подтверждает, что в настоящее время существуют два основных подхода к решению данной задачи – с использованием морских трубопроводных систем и специализированных судов-газовозов. Каждый из этих способов имеет свои достоинства и недостатки.

В некоторых случаях применение трубопроводных систем практически невозможно в силу либо экономических причин, либо экологических соображений, либо сложных физико-географических условий региона. В этих условиях морская транспортировка природного газа судами-газовозами остается единственно возможным способом. Особую значимость при этом приобретают природно-климатические факторы приарктических месторождений, в районах активных литодинамических процессов, в ледовых условиях и т.п.

Необходимо отметить, что задача транспортировки газа судами-газовозами – не менее сложная и объемная, чем строительство трубопроводной системы, и предполагает создание системы морской транспортировки (СМТ). В нее входят основные функциональные звенья СМТ – заводы и терминалы, вся призаводская инфраструктура, причальный фронт, суда-газовозы и суда обеспечения, системы обеспечения и обслуживания, системы освещения морской обстановки по трассе, системы ледовой разведки, экологического мониторинга, административные здания и т.д.

Предполагается, что при проектировании СМТ необходимо исходить из главного требования – обеспечения максимальной экономической эффективности при безусловной минимизации рисков до приемлемого уровня.

Задача минимизации рисков должна быть проработана на ранних стадиях создания СМТ (концептуального проектирования и прединвестиционных исследований) и решаться во всех фазах жизненного цикла разрабатываемой системы. Необходимо отметить, что актуальность задачи объясняется следующими обстоятельствами:

- мировая практика до настоящего времени не имеет примеров формирования и эксплуатации СМТ природного газа в арктических условиях;
- транспортировка сжиженного природного газа (СПГ) в соответствии с международными документами и российской нормативной базой относится к опасным видам деятельности и подпадает под целый ряд ограничений и особых требований к безопасности;
- анализ существующей методической

# ОДИН ИЗ ВОЗМОЖНЫХ ПОДХОДОВ К АНАЛИЗУ И УПРАВЛЕНИЮ РИСКАМИ СИСТЕМЫ МОРСКОЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ ШТОКМАНОВСКОГО ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**Н.О. Адамов**, канд. техн. наук,  
начальник лаборатории ФГУП «ГНИНГИ Минобороны России»,  
**Ю.В. Румянцев**, канд. воен. наук, ст. науч. сотрудник,  
зам. главного инженера ФГУП «ГНИНГИ Минобороны России»

и нормативной базы по проблемам обеспечения безопасности СМТ СПГ различного уровня (международных стандартов и требований, национального уровня ряда государств и корпоративного уровня) выявил некоторые различия в требованиях и «белые пятна» в нормативном обеспечении безопасности СМТ.

В силу многоплановости и многофакторности поставленной задачи в рамках статьи не представляется возможным изложить все вопросы, связанные с управлением рисками для СМТ СПГ с месторождений континентального шельфа российской Арктики. Ниже представлены некоторые подходы к оценке рисков, связанных с навигационно-гидрографическими и гидрометеорологическими аспектами формирования СМТ СПГ при обустройстве Штокмановского газоконденсатного месторождения.

В качестве методологической основы приняты стандарты и философия «DNV», требования российского законодательства (закон РФ «О промышленной безопасности»), а также некоторые положения американских стандартов NFPA-59A, относящиеся к транспортировке СПГ.

Существует несколько определений понятия «риск», в принципе не противоречащих друг другу. В соответствии с российскими документами *риск* определяется как мера опасности, характеризующая возможность возникновения инцидента на опасном производственном объекте (ОПО) и тяжесть его последствий.

В несколько более формализованном виде можно сформулировать это определение следующим образом: риск – это качественная или количественная вероятность возникновения случайного или незапланированного события, рассматриваемая во взаимосвязи с потен-

циальными последствиями такого отказа. В количественном выражении риск – это количественная вероятность определенного вида отказа, умноженная на его количественные последствия:

$$R = \sum P_i \times C_i,$$

где  $P_i$  – вероятность реализации опасного фактора (вероятностная составляющая риска);  $C_i$  – стоимостное выражение потенциального ущерба в случае реализации опасного фактора (стоимостная составляющая риска);  $i$  – частный опасный фактор, определяемый частным видом опасности.

Как правило, под *опасностью* подразумевают воздействие, которое может нанести определенный ущерб. Чем выше опасность, тем больший ущерб она может вызвать. Опасность определяется природой воздействия и его продолжительностью, поэтому природу опасности невозможно изменить.

Под *опасным фактором* понимают отклонение (изменение) эксплуатационного параметра, которое может привести к повреждению, травмам или иному ущербу, т.е. физическая ситуация с вероятностью причинения вреда персоналу или нарушения целостности установки/объекта.

Анализ рисков – это определение опасностей, идентификация опасных факторов, оценка вероятности возникновения аварий и их возможных последствий. Если для оценки результатов используются критерии рисков, то эта процедура называется «оценкой рисков».

Использование критериев рисков позволяет сгруппировать риски по категориям (что особенно важно на предварительных этапах проектирования), а также достаточно полно сформулировать задачи обеспечения безопасности и способы их решения.

Важным элементом процедуры оценки рисков является определение критериев приемлемого риска, которые определяет организация, реализующая проект.

Анализ вышеприведенной нормативной базы показывает, что в обобщенном виде все опасности или риски сводятся в три основные группы (рис. 1).

Эти группы опасностей носят общий характер, т.е. позволяют определить объекты или классы объектов, для которых должна выполняться процедура оценки рисков и рассматриваться возможные исходы реализации рисков.

Например, для риска разрыва трубопровода на терминале или магистральном трубопроводе и связанного с этим разлива СПГ должен рассматриваться аспект воздействия на персонал (риски, связанные с угрозой жизни и здоровью людей), на экологическую ситуацию (риски, связанные с угрозой загрязнения окружающей среды) и на технико-экономическое положение оценка (в связи с нанесением ущерба производству и собственности).

Таким образом, представленная схема ориентирует на системный подход при анализе рисков и их последствий, применимый для рассмотрения безопасности любой технической системы или ее элементов (для всех уровней декомпозиции). В то же время существуют устойчивые группы опасностей (или рисков) для технических систем, которые в соответствии с природой опасностей и опасных факторов условно можно разделить на группы:

1. Опасности/риски, обусловленные объективными внешними условиями функционирования системы. Эти виды опасностей для крупных территориальных систем во многих документах и стандартах сводятся в следующие группы опасных факторов: «риски природно-климатических условий», «риски от воздействия внешних условий», «стихийные бедствия» и пр. Как правило, проектируемые или анализируемые системы разрабатываются адаптированными к внешним условиям их функционирования – климатическим, температурным и другим – с учетом среднестатистических диапазонов их изменения.

2. Опасности/риски, обусловленные целенаправленными или несанкционированными действиями, приводящими к срыву (нарушению) функционирования системы. Эти виды опасных факторов объединяются условно в группу «действия третьих лиц». К этой группе, как правило,

относят опасности, связанные с человеческим фактором или с деятельностью людей и организаций, не зависящей от функционирования анализируемой системы, но приносящей потенциальный риск. Это такие явления, как вандализм, саботаж, терроризм, пиратство, стихийные митинги и демонстрации протеста, диверсии и пр. Особенностью этих опасностей является их малопредсказуемый или неформализуемый характер. Дать количественную оценку этих видов опасностей, как правило, не представляется возможным.

В то же время к указанной группе опасных факторов в соответствии с некоторыми нормативными документами относятся опасности, имеющие предсказуемый характер и имеющие вероятностную оценку. Это, например, опасности, имеющие техногенное происхождение, по которым имеются сведения (такие, как крупные затонувшие объекты, минная опасность, опасность, связанная с захоронением отравляющих веществ и химического оружия); опасности, связанные с интенсивностью судоходства, выполнением действий, мешающих функционированию системы (например, дноуглубительные работы); опасности, связанные с деятельностью ВМФ, и др.

Парирование такого рода опасностей осуществляется либо путем принятия организационных превентивных мер (договоры, соглашения, введение зон безопасности и др.), либо путем выполнения профилактических мероприятий (например, действия по снижению уровня опасностей техногенного происхождения, траление и очистка и т.п.).

Поскольку понятие риск включает в себя вероятностную составляющую и материальную (величину ущерба), в некоторых случаях удастся построить модель количественной оценки риска. Однако во многих случаях опасные факторы этой группы могут быть оценены только в качественных категориях.

3. Опасности/риски, обусловленные характеристиками системы, ее свойствами, технологией выполнения операций, природой и свойствами продукта или материала, обрабатываемого систе-

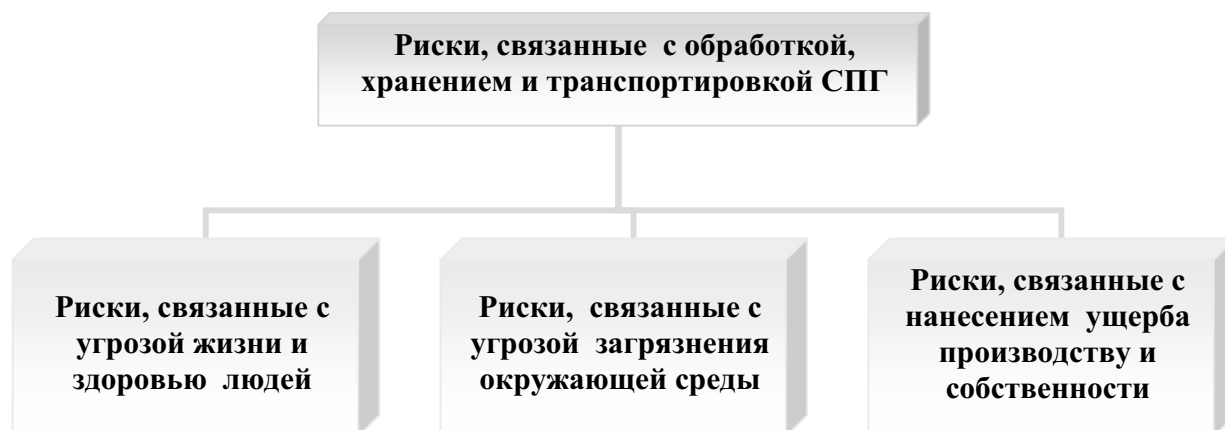


Рис.1. Основные группы опасных факторов и рисков



мой в процессе функционирования.

Как правило, на этапе проектирования системы разрабатывается технологическая цепочка операций, учитывающая как природу объекта и его свойства, так и меры по обеспечению безопасности на всех этапах функционирования системы. Очевидно, что отклонения от технологического процесса могут быть вызваны случайными факторами. Статистика проявления этих случайных факторов известна или может быть определена из опыта эксплуатации систем, аналогичных проектируемой. Известны и вероятные последствия нарушений режимов функционирования системы.

Таким образом, опасные факторы или риски этой группы являются в значительной степени детерминированными как по вероятностной составляющей, так и величине потенциального материального ущерба. Это позволяет при разработке достаточно адекватных и подробных моделей развития и реализации опасностей выполнить не только качественную, но и количественную оценку риска.

Вышеизложенное позволяет предложить следующую классификацию опасных факторов для СМТ СПГ со Штокмановского газоконденсатного месторождения (рис.2).

Как было указано выше, в рамках настоящей статьи рассматриваются риски эксплуатации системы морской транспортировки СПГ, обусловленные природно-климатическими особенностями региона и факторами навигационно-гидрографического характера. Как следует из рис.2, анализу подлежат все опасные факторы первой группы, а также часть факторов второй и третьей групп.

Природно-климатические или физико-географические условия непосредственно влияют на эффективность функционирования СМТ СПГ и одновременно являются источником опасных факторов для нее.

Проектируемые системы должны быть адаптированы к климатическим условиям районов расположения трасс. Это означает, что при создании элементов системы их конструктивные, эксплуатационные и другие характеристики должны обеспечивать заданную эффективность и безопасность во всем диапазоне расчетного коридора природно-климатических условий. Границы коридора этих условий задают, исходя из средних значений параметров по результатам многолетних систематических наблюдений. Поскольку нельзя создать систему, элемент, конструкцию, способные работать во всем теоретически возможном диапазоне параметров природно-климатических условий, границы коридора рассчитывают, исходя из разумного баланса стоимости мероприятий для парирования негативного влияния параметров физико-географических условий и вероятности появления этих значений.

Возможные случаи превышения пороговых значений параметров природно-климатических условий должны парироваться либо принятием организационных мер (прекращение функционирования, ограничения по режимам использования технических средств и др.), либо использованием специальных обеспечивающих технических систем. Очевидно, что для расчета вероятностной составляющей риска, обусловленных природно-климатическими условиями, необходимо рассчитать вероятность появления параметров среды, выходящие за расчетные значения коридоров, которые для рассматриваемого элемента можно считать экстремальными. Из всей совокупности характеристик природной среды были выбраны те параметры, которые оказывают наибольшее влияние на эффективность и безопасность функционирования элементов СМТ СПГ и всей системы в целом.

Анализ нормативной базы показывает, что ряд пороговых значений этих условий для различных элементов СМТ СПГ не определен. Некоторые требования носят неконкретный характер. Например, в части обледенения судов в стандартах NFPA–59A содержится требование: «Конструкции судов должны быть рассчитаны, чтобы выдержать слой снега и льда без повреждений».

Основные российские нормативные документы не содержат явно выраженных ограничений по параметрам природно-климатических условий.

Несмотря на отсутствие в нормативных документах ограничений по условиям освещенности, многие зарубежные порты вводят его на практике (например, швартовка и выполнение грузовых операций газовозами во многих иностранных портах разрешены только в светлое время суток).

Стандарт NFPA–59A содержит требования к месту строительства терминалов, так, сейсмоопасность должна характеризоваться вероятностью землетрясения силой до 7 баллов (по другим стандартам – 6,7 баллов по шкале Рихтера), равной одному разу в тысячу лет, что трудно учесть при проектировании терминала.

Для газовозов существуют отдельные требования по порогу температуры воздуха: до  $-18^{\circ}\text{C}$  (применительно к конструкциям корпуса) для обычных судов-газовозов и до  $-29^{\circ}\text{C}$  – для судов ледового класса при нижней границе температуры воды  $-5^{\circ}\text{C}$ . Для рассматриваемого района моря указанные требования явно не являются экстремальными.

При таком разнообразии требований к параметрам природно-климатических условий и к элементам СМТ СПГ для расчета вероятностной составляющей риска целесообразно использовать набор частотных характеристик основных условий, характерных для рассматриваемого района. Задавая экстремальные значения условий для каж-

дого элемента СМТ СПГ, можно рассчитать вероятность их появления.

Таким образом, в соответствии с логической схемой, представленной на рис.1 для оценки риска от реализации опасных факторов, в том числе и от природных условий, необходимо выполнить следующую процедуру:

- определить экстремальные значения параметров этих условий применительно к рассматриваемым средствам и способам транспортировки СПГ;
- построить модель развития ситуации, порожденной реализацией опасного фактора с вариантным (вероятностным) распределением возможных исходов;
- оценить материальный ущерб по каждому из возможных исходов реализации опасного фактора;
- оценить риск, связав построенную модель реализации опасного фактора с возможным материальным ущербом.

Оценим риски природно-климатических условий на примере Штокмановского газоконденсатного месторождения. В качестве экстремальных значений температуры и влажности воздуха примем температуру ниже  $-29^{\circ}\text{C}$ ; в качестве экстремальных значений ветра – силу ветра свыше 15 м/с; в качестве экстремальных значений волнения – волны высотой свыше 5–6 м; в качестве экстремальных условий освещенности – периоды (продолжительность) полярной ночи.

В качестве экстремальных характеристик глубины и рельефа дна примем глубины, меньшие или незначительно превышающие значение глубины, определяемой как безопасная для рассматриваемого типа судна (суда-газовозы, суда вспомогательного флота, ледоколы);

в качестве экстремальных значений характеристик течения – значения суммарных течений (постоянные, приливотливные и сгонно-нагонные), превышающие 1,5–2 уз;

в качестве экстремальных значений колебаний уровня и приливов – величины сгонно-нагонных колебаний уровня, превышающих 0,5 м;

в качестве экстремального воздействия на безопасность судового состава со стороны системы навигационного оборудования – вероятность выхода из строя 50% и более средств навигационного оборудования.

В качестве экстремальных характеристик ледовых условий примем:

- вероятность появления айсбергов;
- вероятность появления льда сплоченностью 2–3 балла и выше на трассе судов-газовозов;
- вероятность появления в районе пункта отгрузки СПГ припая толщиной свыше 50 см;
- торошение льда в районе пункта отгрузки.

В качестве экстремальных примем вероятности возникновения особых фи-

## Классификация опасностей СМТ СПГ



Рис.2. Классификация опасных факторов для системы морской транспортировки сжиженного газа



Вероятностные характеристики экстремальных значений ПКУ

| № п.п. | Опасный фактор, параметр ПКУ                                                                | Вероятность (периодичность, частота) появления опасного фактора                               |                                                                                                                                   |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                                                                                             | Район ШГКМ                                                                                    | Незамерзающая часть побережья Баренцева моря                                                                                      |
| 1.     | Температура воздуха ( $\leq -29^{\circ}\text{C}$ )                                          | $-46^{\circ}\text{C}$                                                                         | Возможно понижение ниже критической в течение 15–25 дней в зимний сезон                                                           |
| 2.     | Ветер ( $\geq 15$ м/с)/продолжительность (час)                                              | 0,1–0,15/24–48 (зимой)                                                                        | Побережье – 0,19–0,32<br>Заливы, губы – 0,06–0,12<br>Мысы – 0,32–0,50                                                             |
| 3.     | Высота волны ( $\geq 5$ –6 м)                                                               | 0,28–0,3 (зимой)                                                                              | 0,08–0,34 (подробнее см.табл.2)                                                                                                   |
| 4.     | Условия освещенности (темное время суток, пониженная видимость, туман)                      | 0,25 (сентябрь–февраль)                                                                       | 0,23 (сентябрь–февраль)                                                                                                           |
| 5.     | Малые глубины (близкие к осадке судов)                                                      | 0                                                                                             | На подходах к побережью вне установленных путей движения в пределах 5-мильной зоны присутствует практически вдоль всего побережья |
| 6.     | Суммарные скорости течения (более 1,5–2 уз).                                                | 0                                                                                             | Сизигийные значения:<br>Печенга – 1,1 уз<br>Ура-губа – 1,5 уз<br>Териберка – 2,4 уз<br>Иоканьга – 2,5 уз<br>Мурманск – 0,8 уз     |
| 7.     | Колебания уровня ( $\Delta h \geq 0,5$ м)                                                   | 0                                                                                             | Амплитуда сгонно-нагонных колебаний уровня: сгон – 0,8 м; нагон – 1,4 м                                                           |
| 8.     | Средства навигационного оборудования ( $N_{\text{свс}} \leq 50\%$ )                         | 0                                                                                             | 0                                                                                                                                 |
| 9.     | Лед:<br>айсберг<br>сплоченность более 2–3 баллов;<br>толщина припая более 50 см;<br>торосы. | Февраль–май – 0,1–0,15<br>Февраль–апрель – 100%<br>Апрель–май – 90–20%<br>Февраль–май – 0,25% | В п.Териберка и восточнее – 0,1–0,15 и выше                                                                                       |
| 10.    | Особые физико-географические явления.                                                       | 0                                                                                             | 0                                                                                                                                 |

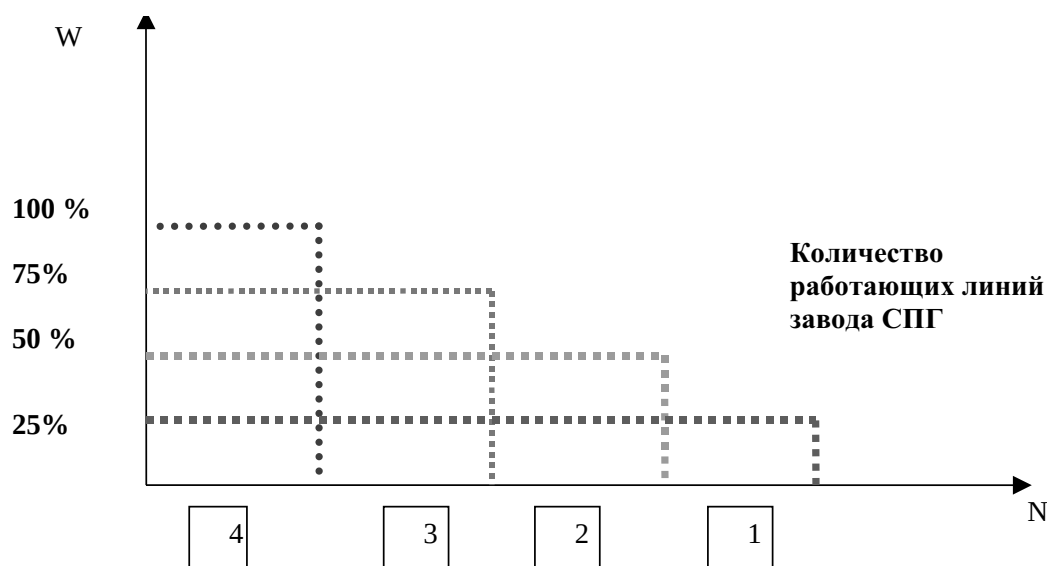


Рис.3. Характер изменения эффективности завода СПГ от количества работающих линий

зико-географических явлений (литодинамические процессы, сейсмические процессы, цунами и др.).

Экстремальные значения перечисленных природно-климатических условий

для различных элементов и подсистем СМТ СПГ имеют различные значения. Вышеприведенные значения параметров природных условий приняты в качестве экстремальных в основном применитель-

но к наиболее сложной и подверженной воздействиям климатических условий подсистеме СМТ СПГ – морским судам, вспомогательному флоту и в меньшей степени – к заводу и терминалу.

## Возможные исходы от реализации опасных факторов природно-климатических условий для элементов СМТ СПГ

| Элемент СМТ СПГ/количество возможных исходов, принятых для анализа | Конечные возможные состояния элемента (исход) в результате реализации опасного фактора природно-климатических условий                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Завод СПГ<br>13                                                    | 1. Остановка (продолжительность остановки зависит от характера и времени воздействия опасного фактора).<br>2. Снижение производительности.<br>3. Травматизм персонала.<br>4. Повышение эксплуатационных расходов, в том числе и за счет восстановления части капитальных сооружений.                                                                                                                            |
| Резервуары и хранилища СПГ<br>3                                    | 1. Прекращение отгрузки СПГ.<br>2. Снижение производительности.<br>3. Травматизм персонала.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Терминалы, системы погрузки – выгрузки СПГ<br>45                   | 1. Остановка (продолжительность остановки зависит от характера и времени воздействия опасного фактора).<br>2. Снижение производительности.<br>3. Повышение эксплуатационных расходов, связанных с навигационной аварийностью (причальные стенки, наружное оборудование).<br>4. Травматизм персонала.                                                                                                            |
| Суда обеспечения<br>41                                             | 1. Простой.<br>2. Снижение эффективности (увеличение времени выполнения операций, приостановка швартовых операций, перевозок, срыв графиков).<br>3. Аварии и ремонт оборудования.<br>4. Навигационные аварии и катастрофы.<br>5. Корпусной (доковый) ремонт.<br>6. Опрокидывание судов.<br>7. Нанесение ущерба 3-м лицам.<br>8. Ущерб окружающей среде и обслуживающему персоналу.<br>9. Разлив нефтепродуктов. |
| Суда-газовозы<br>58                                                | 1. Простой.<br>2. Увеличение времени загрузки.<br>3. Ущерб окружающей среде и персоналу.<br>4. Навигационные аварии и катастрофы.<br>5. Ремонт или замена механизмов и агрегатов.<br>6. Повреждения причального фронта.<br>7. Корпусной (доковый) ремонт.<br>8. Ущерб 3-м лицам.                                                                                                                                |
| Ледоколы<br>38                                                     | 1. Снижение эффективности (увеличение времени штатных операций и проводки судов).<br>2. Корпусной (доковый) ремонт.<br>3. Ремонт или замена агрегатов.<br>4. Ущерб окружающей среде и персоналу.<br>5. Повышение стоимости ледокольного обеспечения.<br>6. Навигационные аварии и катастрофы.<br>7. Нанесение ущерба 3-м лицам.<br>8. Простой.<br>9. Разлив нефтепродуктов.                                     |

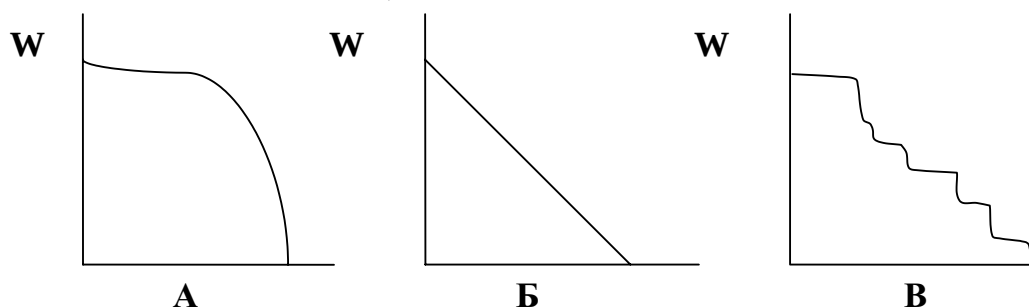


Рис.4. Характер изменения эффективности функционирования элементов СМТ

Рассматриваемый район трасс судов-газовозов расположен в значительном широтном диапазоне, что для высоких широт предопределяет значительный разброс природно-климатических характери-

стик. В табл.1 представлена оценка экстремальных параметров этих условий для района Штокманского газоконденсатного месторождения и побережья Баренцева моря (в незамерзающей его части).

По результатам моделирования процессов развития опасностей были определены возможные исходы от реализации опасных факторов для элементов СМТ СПГ. В качестве опасных факто-



## Технико-экономические характеристики элементов системы СМТ СПГ для оценки возможных ущербов

| №                            | Параметр                                                                                              | Величина                              |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Судно-газовоз                |                                                                                                       |                                       |
| 1                            | Скорость судна/ узлы                                                                                  | 19                                    |
| 2                            | Грузовместимость судна, тонн                                                                          | 72000                                 |
| 3                            | Грузовместимость судна, м <sup>3</sup>                                                                | 135000                                |
| 4                            | Длина судна, м                                                                                        | 283                                   |
| 5                            | Осадка, м                                                                                             | 11,5                                  |
| 6                            | Время погрузки, ч                                                                                     | 18                                    |
| 7                            | Время разгрузки, ч                                                                                    | 18                                    |
| 8                            | Время на подход – швартовку, ч                                                                        | 2                                     |
| 9                            | Время на отшвартовку и отход, ч                                                                       | 2                                     |
| 10                           | Количество рабочих дней в году                                                                        | 350                                   |
| 12                           | Капитальные затраты на судно, млн. долл.                                                              | 150,0                                 |
| 14                           | Аренда судна, тыс. долл./сут                                                                          | 65,0                                  |
| 15                           | Ущерб от простоя 1 судна-газовоза, тыс. долл./сут                                                     | 120,3                                 |
| 23                           | Затраты на доковое обслуживание судна-газовоза (постановка и нахождение судна в доке), тыс. долл./сут | 75,5                                  |
| 24                           | Ущерб от столкновения судна-газовоза с другим судном без повреждения корпуса, млн. долл.              | 30–50                                 |
| 25                           | Затраты на плановый доковый ремонт судна-газовоза, тыс. долл./сут                                     | 176,0                                 |
| 26                           | Ущерб от посадки судна-газовоза на мель без повреждения корпуса, млн. долл.                           | До 50                                 |
| 27                           | Ущерб от пожара судна-газовоза, млн. долл.                                                            | Полная сумма страхования без франшизы |
| СПГ завод                    |                                                                                                       |                                       |
| 16                           | Капитальные затраты на СПГ завод, млрд. долл.<br>- 5 млн. т/год<br>-15 млн. т/год                     | 1,04<br>3,13                          |
|                              | Энергообеспечение завода СПГ общей производительностью 14 млн.т/год, МВт                              | 168                                   |
| 17                           | Ущерб от простоя LNG завода тыс. долл./сут.<br>- 5 млн. т/год<br>-15 млн. т/год                       | 750,0<br>2250,0                       |
| СПГ приемный терминал        |                                                                                                       |                                       |
| 18                           | Капитальные затраты СПГ терминал приема, млн. долл.<br>-5 млн. т<br>-15 млн. т                        | 424,0<br>1271,0                       |
| 19                           | Ущерб, от простоя терминала приема LNG тыс. долл./сут.<br>-5 млн. т/год<br>-15 млн. т/год             | 263,0<br>789,0                        |
| Ледокольный и буксирный флот |                                                                                                       |                                       |
| 20                           | Стоимость ледокола, млн. долл.<br>- линейного<br>- рейдового                                          | До 250<br>До 125                      |
| 22                           | Стоимость ледовой проводки одного судна-газовоза одним ледоколом типа «Капитан Сорокин», тыс.долл./ ч | 5–6                                   |
| 28                           | Ущерб от простоя ледокола типа «Капитан Сорокин», тыс. долл./сут                                      | 1,5–3,0                               |
| 21                           | Стоимость буксира ледового класса, млн. долл.                                                         | 8–10                                  |

Матрица рисков

| Вероятность        | Последствие              |                   |                    |                    |
|--------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
|                    | Незначительное           | Серьезное         | Критическое        | Катастрофическое   |
| Высокая            | Умеренный (средний) риск | Высокий риск      | Очень высокий риск | Очень высокий риск |
| Средняя            | Низкий риск              | Средний риск      | Высокий риск       | Очень высокий риск |
| Низкая             | Очень низкий риск        | Низкий риск       | Средний риск       | Высокий риск       |
| Пренебрежимо малая | Очень низкий риск        | Очень низкий риск | Низкий риск        | Средний риск       |

ров были рассмотрены четыре группы параметров ПКУ (всего 18 параметров).

Анализ возможных исходов событий для каждого элемента СМТ СПГ позволяет сделать вывод, что последствия реализации опасных факторов природно-климатических условий для элементов СМТ СПГ приводят к конечным состояниям, представленным в табл.2.

Как видно из приведенной таблицы, ряд исходов для различных элементов СМТ СПГ формулируются в виде «снижение эффективности», «Снижение производительности» (применительно к заводу СПГ, терминалам, судам обеспечения и т.п.). Это означает, что производительность (эффективность) элемента может изменяться в пределах от 100% (номинальная) до 0% (полная остановка, разрушение, катастрофа). Характер изменения эффективности зависит от конструкции, устройства и специфических характеристик элемента и может носить, например, ступенчатый характер (рис.3). Такая зависимость характерна, например, для завода СПГ, если рассматривать его как структуру, состоящую из набора  $n$  линий по производству СПГ.

Изменение (снижение) производительности (эффективности) может носить характер, представленный на графиках (рис.4).

Например, для варианта завода СПГ, предложенного компанией «Statoil», производительностью 14 млн.т/год, потребляемая мощность составляет 168 МВт. При этом для обеспечения загрузки судов-газовозов предполагаются три хранилища СПГ вместимостью 160 тыс.м<sup>3</sup>, обслуживаемые четырьмя насосами каждое. Поэтому для исхода, определенного как «снижение производительности резервуаров и хранилищ СПГ», можно предположить, что в случаях единичного, массового или последовательного выхода из строя в результате воздействия опасного фактора природно-климатических условий насосов резервуаров вид функции снижения эффективности может быть близок к виду функции, приведенному на графике (см. рис.4, В).

Уровень падения эффективности определяется для каждого элемента в за-

висимости от характера, силы и времени воздействия опасного фактора. Виды кривых снижения эффективности в зависимости от влияния опасных факторов природно-климатических условий и вероятных исходов определяются на стадии проектирования. Для оценки рисков важнейшими характеристиками в этом отношении являются следующие:

- стоимость элемента;
- производительность;
- стоимостное выражение единицы снижения эффективности;
- энергопотребление;
- величины и виды эксплуатационных расходов;
- стоимость восстановительных работ и др.

Некоторые технико-экономические характеристики элементов системы СМТ СПГ с учетом условий Крайнего Севера, необходимые для оценки возможных ущербов, приведены в табл.3. Экономические показатели взяты авторами из официальных материалов и отчетов, выполненных ОАО «Гипроспецгаз», ООО «ВНИИГАЗ», ООО «Интари», Коноко Филипс, Exxon Mobil, Statoil, официального сайта LNG и других работ по рассматриваемой тематике.

Используя эти характеристики, модели процессов реализации опасных факторов ПКУ, вероятные конечные состояния элементов, а также вероятностные оценки экстремальных параметров природно-климатических условий, можно дать количественную оценку рисков.

Представленные методические подходы к оценке риска формирования системы морской транспортировки СПГ, в конечном счете, имеют целью создания информационный базы для обоснования и выработки управляющих решений снижения существующего или потенциального уровня рисков.

Выработка управляющих решений, как правило, осуществляется на базе так называемой матрицы рисков, общий вид которой представлен в виде табл.4.

Очевидно, что разработка матрицы рисков требует совместной работы проектанта и руководства компании, в интересах которой осуществляется процедура оценки рисков. В качестве примера

можно привести совместную работу компании «DNV» и одной из судоходных компаний, результаты которой представлены в статье «Use of risk analysis for emergency planning of LNG carrier». Дело в том, что если при наличии статистики и опыта эксплуатации проектант может рассчитать вероятностную составляющую риска, то установить степень приемлемости риска и категорирование уровней риска может только компания исходя из своих экономических возможностей, временных ограничений, степени социальной ответственности и пр.

В связи с этим представляется, что минимальный состав норм и директивно устанавливаемых требований и параметров безопасности, необходимых для обоснования предложений в комплекс мероприятий по обеспечению безопасности, должен включать:

- требуемый уровень безопасности системы морской транспортировки в целом (в виде вероятностной меры отсутствия аварий и происшествий, относимых к категориям серьезных, критических и катастрофических);
- аналогичные требования к элементам и подсистемам СМТ СПГ;
- уровни приемлемых и неприемлемых для компании (организации) ущербов в стоимостном, временном или каком-нибудь другом выражении;
- законодательно установленные и используемые на практике компанией (организацией) допустимые уровни социальных рисков;
- аналогичные параметры экологических рисков;
- критические или экстремальные значения технических параметров (дозы, нагрузки, уровни воздействия и др.), влияющих на персонал и окружающую среду и не нашедших отражения в действующем законодательстве и нормативных документах.

Представляется, что для обеспечения безопасности системы морской транспортировки СПГ в Арктическом бассейне должна быть разработана современная нормативная база, учитывающая имеемый мировой опыт и особенности российского сектора Арктики. ■



В своей статье опубликованной в «Морском вестнике» №4 (16) 2005, мы показали, что одной из причин растущей аварийности сухогрузных судов является недостаточный контроль фактической остойчивости во время эксплуатации. Это обусловлено повышением интенсивности проведения грузовых операций, резким сокращением численности судовых экипажей и отсутствием необходимой тренажерной их подготовки по проведению грузовых операций с различными видами груза.

В настоящей статье рассмотрены способы контроля остойчивости судна и метод оценки их качества в эксплуатационных условиях.

На рис.1 приведена схема методов и средств контроля остойчивости, используемых в эксплуатации. Качество контроля различных методов может быть проиллюстрировано рис.2.

**Расчетный метод.** Основой всех способов расчетного контроля остойчивости судна в эксплуатации служит конструкторская документация, составляющая «Информацию об остойчивости судна для капитана». Она служит для определения характеристик остойчивости в типовых и произвольных случаях загрузки судна, согласно сведениям о массах и статических моментах составляющих дедевейта, с учетом влияния свободных поверхностей жидких грузов. При конструкторских расчетах для гипотетических типовых случаев нагрузки и заданных значениях массы и координат центра тяжести остойчивость судна порожнем оценивается значением  $0,02$  м. Поскольку погрешность значения аппликаты центра тяжести судна порожнем, установленной при заводском креновании, не должна превышать

# СПОСОБЫ КОНТРОЛЯ ОСТОЙЧИВОСТИ ТРАНСПОРТНОГО СУДНА И ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЕЕ ОЦЕНКИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

**В.П. Худин**, заместитель генерального директора

ОАО «Системы управления и приборы»,

**В.Е. Салов**, старший преподаватель УТЦ «Ласточка»

0,04 м, а предельная погрешность массы судна порожнем –  $0,7-1,0\%$ , стандартная погрешность расчета метацентрической высоты с достоверностью  $99,9\%$  не превышает  $2-3\%$  [4, 5]. При этом массы составляющих дедевейта вычисляются с точностью до четвертой значащей цифры массы судна порожнем, т.е. с погрешностью  $0,005-0,05\%$  (примерно  $0,0015-0,015\%$  водоизмещения). Погрешность статического момента дедевейта составляет  $0,7-1,0\%$  и определяется в основном погрешностью оценки весовой нагрузки. Можно считать, что такая точность достигается при подготовке предварительного каргоплана, которым береговая служба обеспечивает все суда перед погрузкой в порту.

Расчетный контроль остойчивости судна при составлении исполнительного каргоплана по окончании погрузки для проверки наихудшего возможного варианта в рейсе и принятия мер для создания резерва остойчивости в других практических случаях выполняется штурманом для конк-

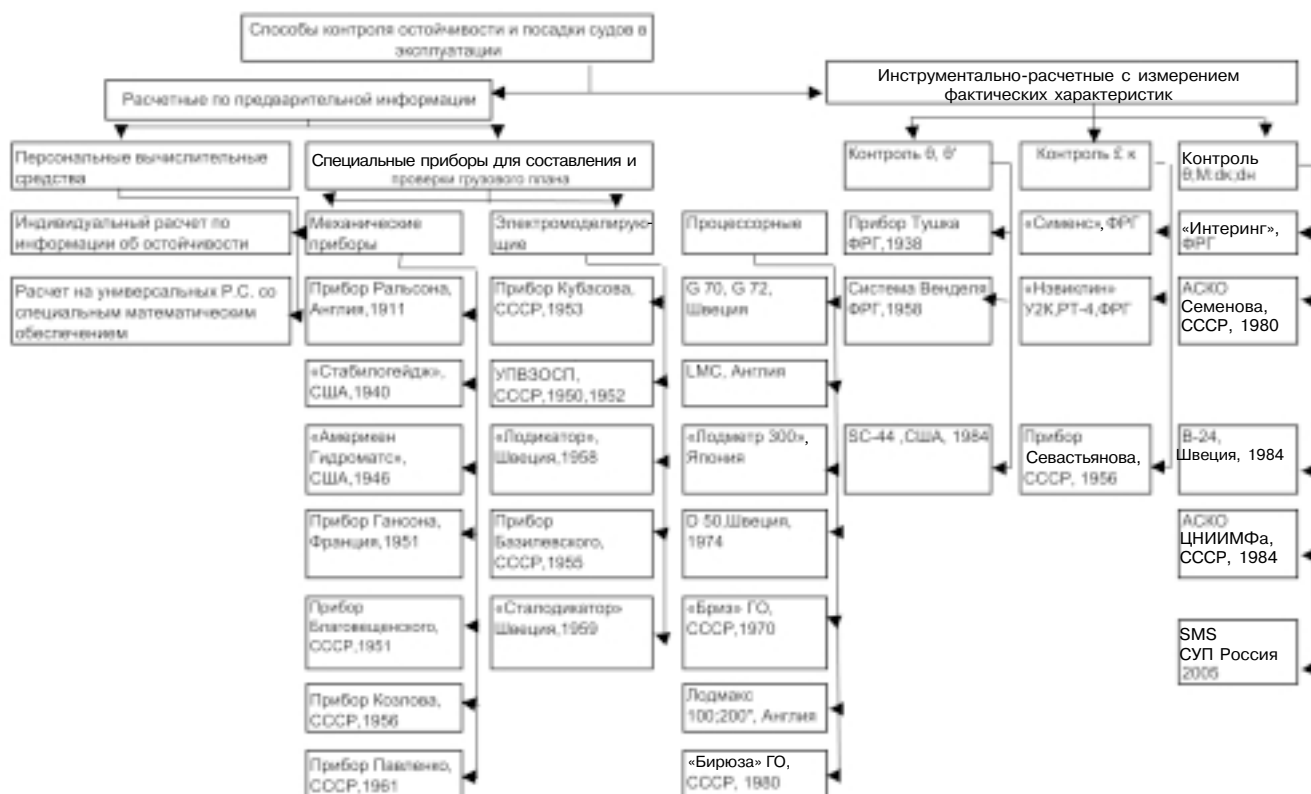


Рис. 1. Схема методов и средств контроля остойчивости используемых в эксплуатации

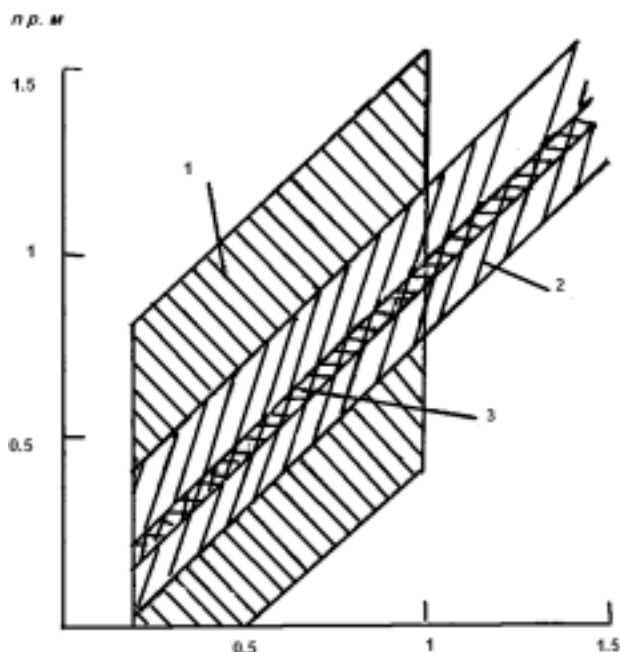


Рис. 2. Зоны погрешностей:  
1 – максимальная; 2 – стандартная; 3 – определенная инструментальным-расчетным способом

ретных нетиповых вариантов загрузки. При этом указанную точность конструкторских расчетов обеспечить невозможно [6].

Как следует из практики, фактическая масса многих категорий грузов, в том числе контейнеров, может существенно отличаться от указанной в документации (табл. 1). Это обусловлено неточными сведениями о грузе (контейнеры не взвешиваются), заинтересованностью грузоотправителя в занижении заявленной массы для снижения фрахтовой оплаты или, наоборот, в ее завышении с целью избежать штрафа за недогруз на ось при доставке до порта на железнодорожном или автомобильном транспорте. При фрахтовой оплате за перевозку числа контейнеров, а не массы груза, последняя указывается ориентировочно по заявлению грузоотправителя.

Исследования, проведенные на современных транспортных судах, перевозящих контейнеры, показали, что средняя погрешность массы одного стандартного контейнера может составлять около 2 т. Имеется в виду разность массы, указанной в документах, с фактической, определяемой изменением суммарной массы груза по водоизмещению или в отдельных случаях в результате взвешивания контейнеров.

Когда погрешности массы всех погруженных контейнеров оказываются одного знака при перевозке трех-четырех ярусов контейнеров на палубе, предельные погрешности в расчете  $h$  достигают в среднем 25–35%, а в отдельных случаях 100–120%. Следует учитывать и погрешность исходных данных о координатах центра тяжести грузов. По оценкам штурманов, погрешность в определении аппликат составляет 0,2–0,5 м. В паспортной документации на контейнеры центр тяжести не указывается, и в расчеты вводят координаты центра объема. При этом для судна с палубным грузом погрешность расчета статического момента приводит к заниженному значению расчетной метацентрической высоты.

Погрешности количества балласта, определяемого замерами уровней в танках с помощью футштока, составляют 3–4%, приводя к предельной погрешности расчета  $h$  на уровне 0,04–0,05 м, что также нельзя не учитывать. Прямое сопоставление измеренных на судах фактических значений  $h$  с расчетными по результатам наблюдений на 42 судах показано на рис. 2.

Расчетный способ контроля остойчивости в области параметров, близких к предельно допустимым, тоже не гарантирует безопасность плавания. Поэтому капитаны вынуждены идти на неоправданный риск или на обеспечение повышенного запаса остойчивости, что, как правило, вызывает излишнюю балластировку судна, недогруз и увеличение расхода топлива.

Автоматизация расчетов (применение персональных ЭВМ и специализированных вычислительных приборов) облегчает работу штурмана, сокращает время и снижает вероятность грубых ошибок в вычислениях, но не позволяет повысить точность контроля остойчивости. Эту задачу можно решить в процессе перехода к диагностике фактических характеристик остойчивости с использованием инструментальных измерений.

**Инструментально-расчетный метод.** Инструментально-расчетный контроль остойчивости судна может осуществлять у причала или на рейде, а также в море. Остановимся на первом, базирующемся на использовании метода эксплуатационного кренования судна. Расчет остойчивости на базе опыта кренования в эксплуатационных условиях предполагает возможность создания момента для накренения судна на угол до 3%, контроль водоизмещения судна, приращения угла крена и кренящего момента. Водоизмещение определяется по результатам измерения осадок. Значения  $h$  вычисляются по метацентрической формуле. Метод достаточно широко используется на судах, перевозящих палубные грузы. На большинстве контейнеровозов и ролкеров имеются коливрованные цистерны и ватерпасные измерители крена. При контроле за запрессовкой коливрованного танка достигается точность определения кренящего момента на уровне конструкторских расчетов.

Таблица 1

Масса грузов в рейсе судна типа «Художник Сарьян» [7]

| Число контейнеров | Погрешность массы груза, т |                           | Число контейнеров | Погрешность массы груза, т |                           |
|-------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|---------------------------|
|                   | по суммарной документации  | средняя одного контейнера |                   | по суммарной документации  | средняя одного контейнера |
| 84                | +88                        | 1,047                     | 65                | -103                       | -1,585                    |
| 99                | -13,0                      | -0,131                    | 105               | -120                       | -1,143                    |
| 44                | 91                         | 2,068                     | 32                | -213                       | -6,66                     |
| 47                | 142                        | 3,02                      | 109               | -104                       | -0,954                    |
| 88                | 99                         | 1,125                     | 46                | 91                         | 1,978                     |
| 280               | -414                       | -1,479                    | 134               | -271                       | -2,02                     |



Существенную роль в обеспечении качества опыта играет использование насосов, что позволяет выполнить необходимое число накренений за ограниченное время. На судах со специальным оборудованием для кренования за 1 ч можно произвести четыре-пять накренений, на судах без него – одно и лишь за 0,5–1,5 ч. В последнем случае практически трудно достичь качественных измерений и стабильных условий опыта.

Структурная схема автоматизированной системы контроля посадки и остойчивости (SMS) судна инструментально-расчетным методом, работающей по принципу эксплуатационного кренования, показана на рис.3.

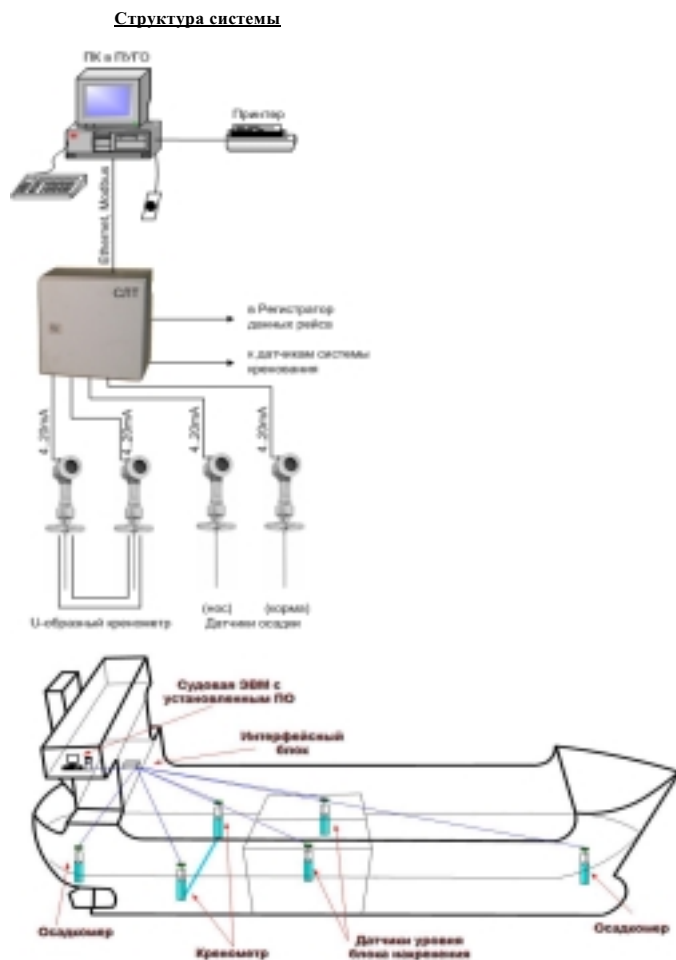


Рис.3. Автоматизированная система измерения фактической остойчивости «SMS» и схема установки приборов на судне

Здесь U-образный кренометр предназначен для точного измерения угла крена. Он включает два датчика «Level Flex M» в U-образной трубе. Устанавливается в МО.

Датчики осадки (типа «Level Flex M») устанавливаются в трубах, соединенных с заборной водой в носовой и кормовой части судна. ПО по их показаниям производит расчет осадок носом, кормой, дифферент и водоизмещение судна.

Прибор СЛТ содержит программируемый логический контроллер, который обеспечивает прием сигналов от датчиков, первичную обработку информации, прием/передачу информации в ПК, связь со смежными системами.

ПО устанавливается на компьютере поста управления грузовыми операциями (ПУГО), или, при его отсутствии, на компьютере, входящем в состав системы.

Датчики системы кренования установлены на двух бортовых цистернах, соединенных между собой и предназначенных для накренения судна.

Для идеальной системы с цистернами типа Климхена погрешность измерения коэффициента остойчивости  $Dh$  зависит от угла крена.

Если задать среднюю квадратичную погрешность  $h = (3-5\%)$ , при креновании на  $\Delta\theta = 1^\circ$  угол крена следует измерять с абсолютной погрешностью 0,01–0,02°.

Таким образом, точность параметров, входящих в систему датчиков, обусловлена оценкой качества эксплуатационного кренования и норм допустимых погрешностей для  $D$  и  $h$ .

Система «SMS» обеспечивает:

- расчет, составление и хранение грузового плана судна;
  - ведение грузовой документации;
  - расчет осадки носом, кормой, на миделе;
  - расчет дифферента, метacentрической высоты;
  - построение диаграмм остойчивости;
  - построение эпюр общей прочности;
  - контроль местной прочности при расчете нагрузки на палубы, люковые закрытия и двойное дно;
  - обеспечение норм РМРС, GL, IMO, BV, DNV и других;
  - учет конкретных условий рейса;
  - оптимизацию контейнерного плана по портам ротации груза;
  - оптимизацию погрузки лесного груза;
  - оптимизацию погрузки навалочного груза;
  - оптимизацию размещения балласта;
  - наглядное представление результатов при погрузке, выгрузке или переносе груза;
  - сравнение всех параметров посадки, остойчивости, общей и местной прочности с допускаемыми;
  - автоматический расчет ледовой нагрузки по Правилам РМРС и ИМО с учетом конкретной загрузки судна;
  - печать всей необходимой грузовой документации по загрузке судна для предъявления портовой администрации.
- Структурная схема расчетов и выходные результаты по остойчивости приведены на рис.4.
- Преимущества этой системы:
- высокая точность измерений (осадка 1см, метacentрическая высота 1%, угол крена 0,05°);
  - возможность монтажа без вывода судна из эксплуатации;
  - автоматическая оценка качества измерений по правилам РМРС.

## 2. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ ПО ЭКСПЛУАТАЦИОННОМУ КРЕНОВАНИЮ

Кренование в эксплуатационных условиях целесообразно организовать по алгоритмам автоматизированного

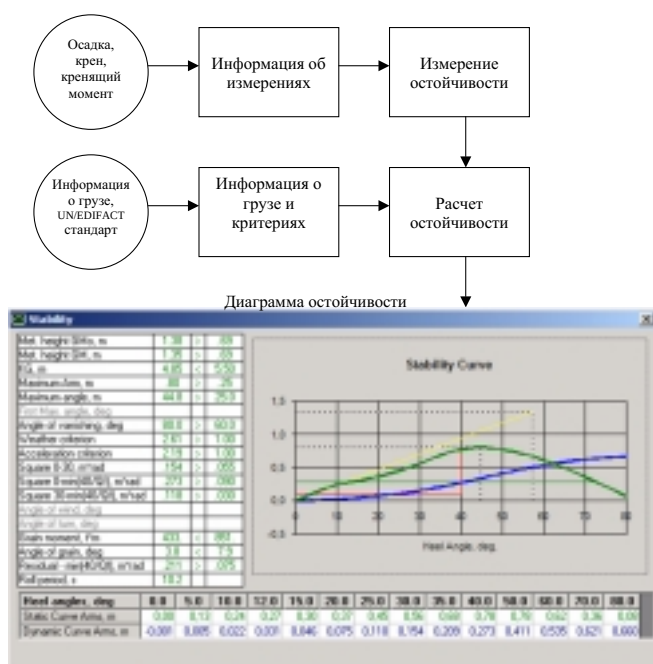


Рис.4. Структурная схема расчетов и выходные результаты по остойчивости системы «SMS»

процесса расчета системы SMS с использованием ЭВМ морского исполнения и программного обеспечения (ПО) «Heeling Test» режиме on-line. Общий алгоритм измерительного определения остойчивости представлен на рис. 5 и 6.

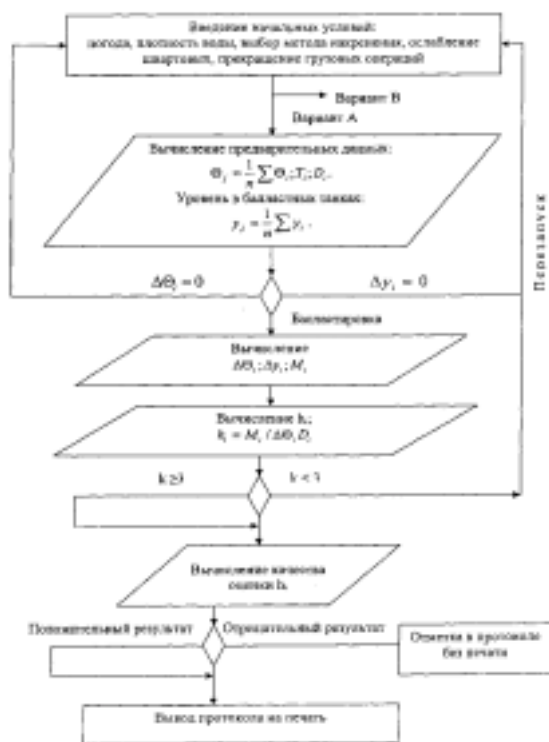


Рис.5. Структурная схема алгоритма эксплуатационного кренования

**I. Общие требования.** Вносятся начальные условия проведения измерений и выдаются рекомендации по проведению кренования:

1. Учет внешних условий.
  - 1.1. Местонахождения судна.
  - 1.2. Внешние условия:
    - море;
    - ветер;
    - температура;
    - атмосферное давление.
2. Подготовительные операции по проведению кренования.
  - 2.1. Ослабить швартовные «концы».
  - 2.2. Снять лебедки с положения «автомат».
  - 2.3. Прекратить грузовые и балластные операции.
3. Выбор метода накренения.
  - 3.1. Баллаستировка судна (крен, балластные танки).
  - 3.2. Взвешенный груз (разворот тяжеловесных кранов/стрел как с грузом, так и без груза).

**II. Процесс расчетов результатов кренования.** Производятся первичные измерения, регистрация и расчет следующих величин:

Осадку носом  $T_n$  и кормой  $T_k$  в данный момент времени  $t_i$  снимают с датчика осадки. Рассчитывают среднюю осадку судна  $T_i^{cp}$  и его водоизмещение  $D_i^{cp}$  на момент начала опыта.

Измеряют начальный угол крена  $Q_i^{cp}$  по показаниям датчиков в ватерпасе системы «SMS» и определяется начальное значение уровня в крен-балластных танках  $y_i$ .

После перекачки балласта вычисляют приращение угла крена  $\Delta Q_i$  и кренящий момент  $\Delta M_i$  на угол  $\Delta Q_i$ .

Производится проверка изменения  $D_i^{cp}$  по показаниям датчиков осадки  $T_n$  и  $T_k$  как по п.3.1, 3.2.

При условии проведения более трех накренений производится проверка качества измерений и в случае положительного решения по оценке качества проведенных измерений данные расчета выдаются в форме протокола измерений.

В случае необходимости дополнительных измерений производится повторная процедура по п.2, и если положительный результат не достигнут, то результаты расчета отображаются на дисплее ЭВМ, но протокол опыта кренования не выводится на печать.

При креновании взвешенным грузом (п.3.2). при выполнении испытания в случае неудовлетворительного результата вносится диспетчером/оператором вручную запрос о подтверждении величины взвешенного груза. Проверка опыта кренования после внесения корректировки может быть внесена с помощью разворота кранов или тягеловесных стрел даже без подвешенного груза.

### 3. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КОНТРОЛЯ ОСТОЙЧИВОСТИ СУДОВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Переход от расчетных к экспериментально-расчетным методам контроля остойчивости на борту судна вызывает необходимость разработки специальных нормативов, гарантирующих надежность измерений и конечных результатов определения фактических характеристик. Это относится прежде всего к эксплуатационному кренованию судна, методические требования к которому аналогичны применяемым для заводских опытов кренования при сдаче судна. При этом должны быть установлены допускаемые предельные погрешности для исключения промахов во время отдельных замеров и ограничения суммарной вероятной погрешности определения  $h$ .

Сохранив общепринятые допускаемые предельные погрешности при эксплуатационном креновании, нельзя получить уровень надежности контроля остойчивости, ана-

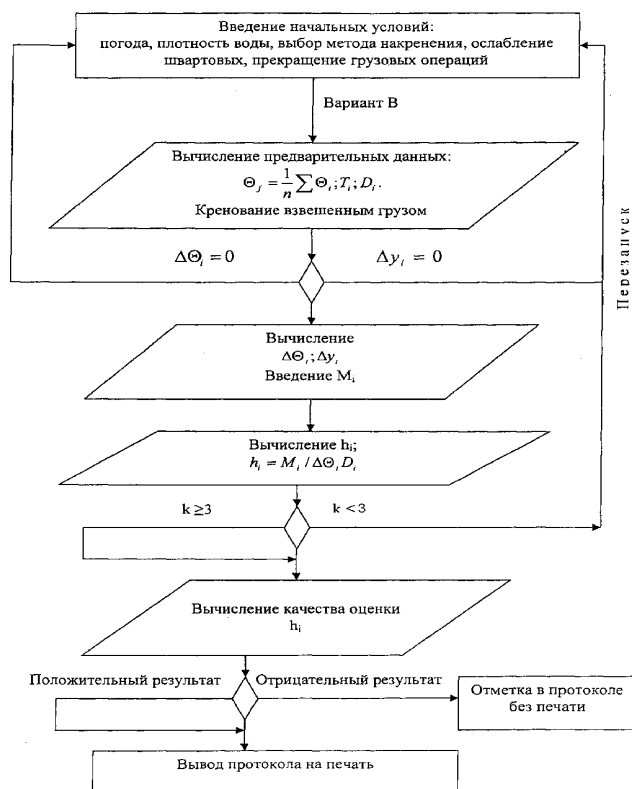


Рис.6. Структурная схема алгоритма эксплуатационного кренования (вариант В)



логичный заводскому. При заводском креновании можно обеспечить продолжительность подготовки опыта, требуемое число замеров, близкие к идеальным внешние условия, использование твердого крена-балласта с точно известной массой и расположением, учет недостающих и излишних грузов на судне, исключить влияние свободных поверхностей в цистернах. При эксплуатационном креновании таких возможностей нет, время замеров ограничено, внешние условия далеки от идеальных и т.д. В то же время результаты заводского кренования судна используются в расчетах остойчивости в каждом из сотен рейсов этого и последующих четырех судов серии в течении всего срока их эксплуатации (до переоборудования или большого ремонта), а результат эксплуатационного кренования – только для определения в конкретном единичном рейсе.

Таким образом, требования к надежности этого результата мог быть несколько снижены.

Вероятная погрешность опыта кренования нормируется по соотношению

$$T_{ан} \sigma_h n^{1/2} \leq B, \quad (1)$$

где  $T_{ан}$  – нормативные коэффициент надежности при доверительной вероятности  $\alpha$  и числа замеров  $n$ ;  $\alpha$  – доверительная вероятность (достоверность);  $\sigma_h$  – среднее квадратичное отклонение от среднего значения метацентрической высоты;  $B$  – норма по доверительному интервалу.

При этом

$$\sigma_h = (n-1) - \sum (h_i - h_k)^2; \quad (2)$$

$$h_k = n-1 \sum h_i, \quad (3)$$

где  $h_i$  – значение  $h$  в  $i$ -м измерении.

По Правилам Регистра СССР для заводского кренования [1, 5]

$$B = b(1 + h_k) \text{ при } h_k = 2,0 \text{ м.} \quad (4)$$

Значения  $T_{ан}$  – приняты по распределению Стьюдента для высокой нормативной достоверности  $\alpha = 0,999$  и при ограничении числа накрений  $n = 8$ .

Применительно к эксплуатационному кренованию возникает вопрос, как измеряются нормативные значения  $\alpha$  и  $T_{ан}$ , если иметь в виду ту же норму (4) и оценки при  $n < 8$ . Ответ можно получить на основании статистического анализа результатов экспериментов на судах в эксплуатационных рейсах.

Такие эксперименты были выполнены на шести транспортных судах. Для анализа использовались результаты 27 экспериментов при метацентрических высотах 0,2–2,0 м в условиях судна у причала или на рейде при скорости ветра до 5 м/с и волнении моря до 3 баллов. Непосредственно на осуществление кренований было затрачено около 100 ч, не считая времени на подготовительные операции. Для измерений пользовались штатные судовые средства и специальные приборы (инклинограф Амаева, датчики системы «SMS»).

Измерения выполнялись со следующими предельными погрешностями: для осадки судна  $\pm 2$  см (до 1%); для приращения угла крена  $\pm 0,04^\circ$  (до 1,5%); для кренящего момента  $\pm 5$  (до  $\pm 3\%$ ).

Число опытов  $n$  в отдельных кренованиях – 3–17. Распределение кренований по числу опытов составило при  $n = 3; 4; 5; 6; 7$  и  $8$  соответственно 27; 23; 19; 18; 16 и 16. Статистические зависимости  $\alpha = f(n)$  и  $T_{ан} = f(n)$  определяли, исходя из соотношения (1), нормы (4), экспериментальных оценок для  $Q_h$  и доверительной вероятности по закону Стьюдента.

На рис.7 показаны результаты для среднего значения  $\alpha_k$  и соответствующий 95%-ный доверительный интервал. Со снижением числа опытов  $n$  достоверность определения  $h$  падает. Характерно, что при этом не зафиксировано существенного различия в оценке среднего значения коэффициента надежности  $T_{ан}$  при различных  $n < 8$  (табл.2).

В табл. 2 указаны также соответствующие стандартные погрешности (%)  $\epsilon_\alpha = \sigma_\alpha / \alpha_n^{1/2}$  и  $\epsilon_T = \sigma_T / T\alpha_{нк} n^{1/2}$ , доверительные вероятности которых, как известно, составляют около 75%. По данным рис. 4 и табл. 2, эмпирические

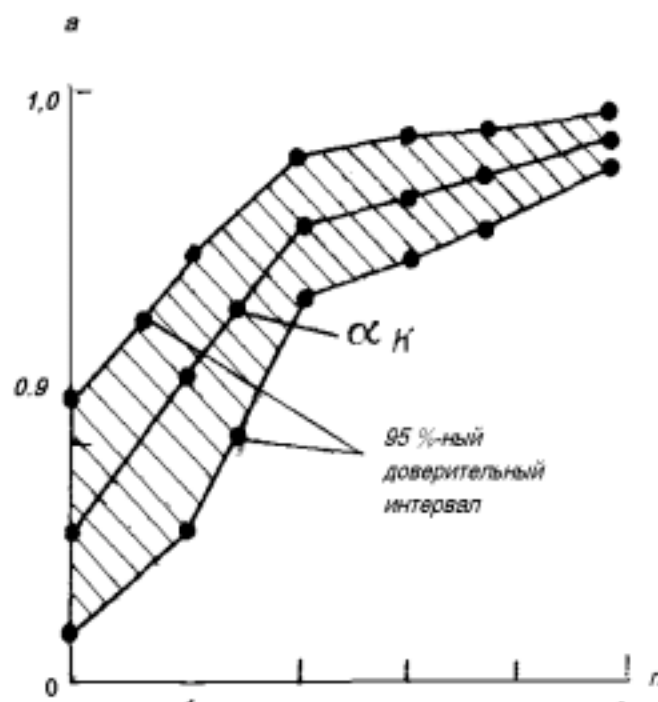


Рис. 7. Значение  $\alpha_k$ , полученное по результатам экспериментов

• – экспериментальные точки

результаты имеют правильную тенденцию к асимптотическому переходу на высокий уровень  $\alpha > 0,99$  при  $n = 8$ , который предусмотрен Правилами Регистра СССР для заводского кренования ( $T_{ан} = 5,4$  при  $n = 8$  и  $\alpha = 0,999$ ). Переходя к равнозначной оценке надежности эксплуатации

Таблица 2

Средние значения и стандартные погрешности  $\alpha$  и  $T_{ан}$  для различного числа накрений

| n | $\alpha$   |                   | $T\alpha_n$    |              |
|---|------------|-------------------|----------------|--------------|
|   | $\alpha_k$ | $\epsilon_\alpha$ | $T\alpha_{нк}$ | $\epsilon_T$ |
| 3 | 0,87       | 1,45              | 4,79           | 11,4         |
| 4 | 0,92       | 1,00              | 4,75           | 9,5          |
| 5 | 0,96       | 0,43              | 4,50           | 5,5          |
| 6 | 0,95       | 0,38              | 4,70           | 5,6          |
| 7 | 0,98       | 0,22              | 4,80           | 5,5          |
| 8 | 0,99       | 0,12              | 5,24           | 5,7          |

онного кренования при  $n < 8$  следует иметь в виду, что на транспортных судах, оснащенных средствами контроля остойчивости, три кренования на угол до  $3^\circ$  занимают около 1 ч. Поэтому, ориентируясь на полученный экспериментально уровень  $\alpha = 0,85$  для  $n = 3$ , сопоставим значения  $T_{ан}$  для  $\alpha = 0,85$ .

При нормировании  $T_{ан}$  по постоянному уровню  $\alpha = 0,85$  с ростом  $n > 3$  имеется фактический запас надежности измерений от 17% при  $n = 4$ , до 80% при  $n = 7$  (см. табл.2 и рис.8).

Для окончательного обоснования выбора нормативных параметров вероятной погрешности опыта эксперименталь-

ного кренования рассмотренные допускаемые значения стандартной погрешности метacentрической высоты  $h$  в зависимости от  $n$ . Для указанных условий  $\alpha = 0,85$  при коэффициенте  $\alpha = 0,02$  нормы (4) в диапазоне  $h = 0,2-0,1$  м допускаемые значения стандартной погрешности  $\varepsilon_h$  для  $h_k$  имеют порядок от 2 до 7% при  $n = 3-8$ , слабо зависят от  $n$  для  $n > 6$  (см. рис. 8). Эти условия нормирования практически не меня-

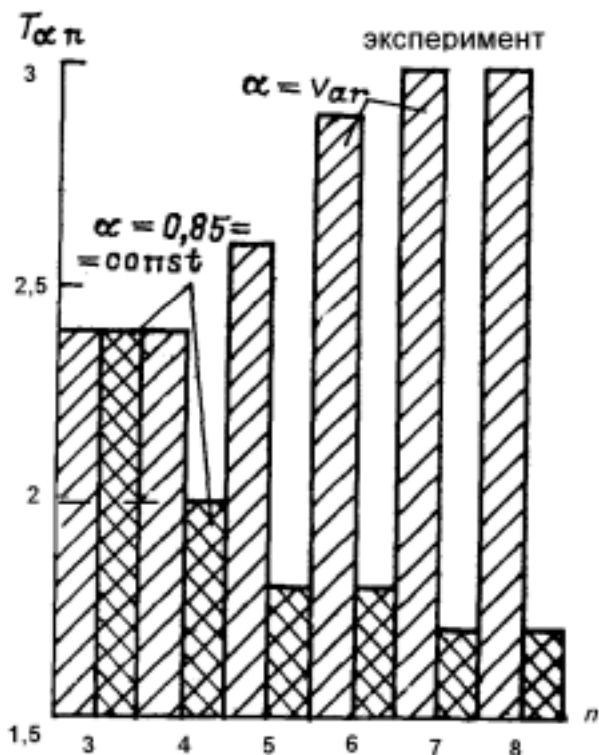


Рис.8. Значения  $T_{\alpha}$ , полученные разными способами

ются, если перейти к более удобной норме, сочетающей  $\alpha = 0,90$  и  $b = 0,025$ . На рис. 9 показаны также стандартные погрешности для условий заводского кренования, т.е. при  $\alpha = 0,999$ ,  $b = 0,02$  и  $n \geq 8$ . Представляется логичным, что допускаемые значения стандартной погрешности в этом случае существенно ниже и не превышают 3%.

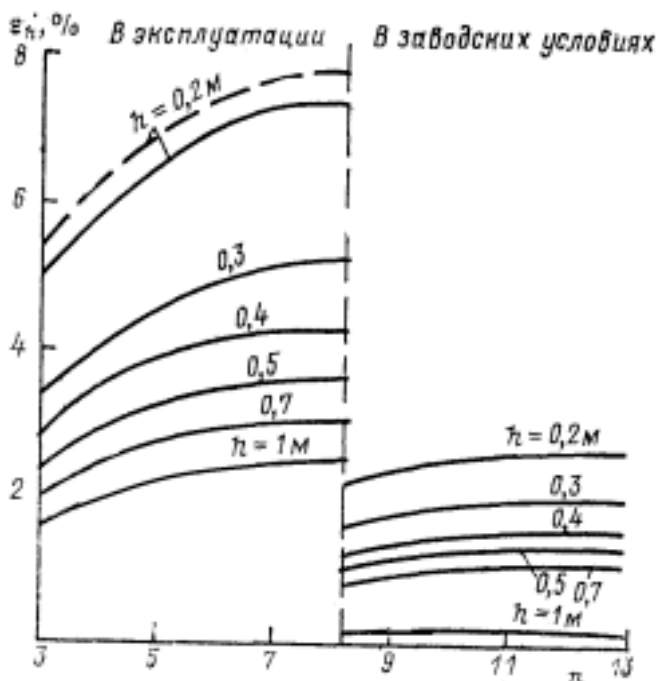


Рис.9. Стандарт погрешностей  $h$  для опыта кренования

При обработке результатов кренований с различным  $n < 8$  принципиально можно применить дифференцированный подход, исходя из оценок по известным критериям Шовена. Романовского и др. Однако, такой анализ дает основание принять единую норму на уровне двух стандартных отклонений от среднего (с 95%-ной достоверностью при нормальном законе распределения).

Итак, для реальных условий эксплуатационного кренования транспортных судов результат определения метacentрической высоты может быть признан качественным при удовлетворении следующих нормативных требований:

$$|h_i - h_k| \leq 2 [\sum (h_i - h_k)^2 / (n - 1)]^{1/2}. \quad (5)$$

(Замеры, не удовлетворяющие этому условию, следует из обработки исключить).

Для вероятной погрешности опыта

$$T_{\alpha} [\sum (h_i - h_k)^2 / n(n - 1)]^{1/2} \leq (1 + h_k) \quad \text{при } h_k = 2 \text{ м.} \quad (6)$$

Коэффициент  $T_{\alpha}$  принимается в зависимости от  $h$  согласно закону распределения Стьюдента при достоверности 90%. При  $n = 3; 4; 5; 6; 7; 8$   $T_{\alpha} = 2,92; 2,35; 2,13; 2,02; 1,94; 1,90$  (всего должно быть не менее трех удовлетворительных накрений).

## ВЫВОДЫ

Анализ методов определения остойчивости судов в эксплуатационных условиях свидетельствует о необходимости применения современных приборных автоматизированных средств диагностики фактических характеристик. Экспериментальные исследования на судах позволили произвести статистическую оценку качества контроля остойчивости методом эксплуатационного кренования и предложить нормативные требования, обеспечивающие достаточную точность контроля фактической остойчивости в реальных условиях.

Апробация в течение 1,5 лет при эксплуатации экспериментального образца автоматизированной системы контроля остойчивости подтвердила возможность использования предлагаемых нормативов как основы для требований к таким системам со стороны Регистра.

Автоматизированные системы контроля остойчивости судов создаются в различных странах и все шире находят использование на судах, поэтому целесообразно подготовить и согласовать международные рекомендации по обеспечению качества эксплуатационного кренования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Правила классификации и постройки морских судов / Морской Регистр судоходства. – Л.: Транспорт, 2005.
2. Козлов К.С. Современные методы оценки посадки и остойчивости судна. – Л.: Морской транспорт, 1963.
3. Найденов Е.В. Контроль посадки и остойчивости судна. – М.: Транспорт, 1983.
4. Базилевский С.А. Теория ошибок, возникающих при проектировании судов. – Л.: Судостроение, 1964, 75 с.
5. Муру Н.Т. О точности результатов кренования судов // Теоретические и практические вопросы мореходных качеств судов: Науч.-техн. сб. Регистра СССР. – Л.: Транспорт, 1967.
6. Салов В.Е., Хабур В.Б. Анализ результатов эксплуатационных кренований: Архитектурно-конструктивный тип, мореходные и ледовые качества судов. – Тр. ЦНИИМФ. – Л.: Транспорт, 1989.
7. Горюнов И.В., Николин А.А. Исследование целесообразности инструментального контроля фактических мореходно-прочностных характеристик судов: Автоматизация судовых производственных процессов. – Тр. ЦНИИМФ. – Транспорт, 1987.
8. Худин В.П., Салов В.Е. Недостаточный контроль фактической остойчивости – причина аварийности сухогрузных судов // Морской вестник. – 2005. – № 4 (16).



**Н**аиболее опасными для плавания считаются прибрежные акватории, которые, как правило, изобилуют навигационными опасностями. Для снижения риска встречи судна с навигационной опасностью в таких акваториях проектируются фарватеры. Степень безопасности плавания по фарватеру определяется вероятностью навигационной безопасности плавания (ВНБП), которая зависит от ширины фарватера и точности определения его кромок, габаритов и маневренных элементов судна, от наличия встречных судов, точности их координирования и достоверности положения встречных судов, а также от гидрографических и гидрометеорологических условий района.

В статье [1] получены зависимости для оценки ВНБП при учете только погрешностей определения места судна и положения кромок фарватера. В связи с этим целесообразно рассмотреть влияние на ВНБП всех основных факторов в комплексе. Такая задача решается ниже.

Пусть на фарватере шириной  $S$  с кромками  $M$  и  $N$  проложена линия пути своего судна на расстоянии  $r$  от правой кромки фарватера (см. рис.). В связи с погрешностью  $u$  определения места своего судна по направлению, перпендикулярному кромкам фарватера, определяемое место  $C$  этого судна смещается в истинное место  $C^*$ . По данным судовой радиолокационной станции установлено относительное место встречного судна на расстоянии  $D_0$  от истинного места своего судна и рассчитано расстояние  $D$ , на котором будут находиться суда в момент сближения. В связи с погрешностью  $v$  определения относительного места встречного судна по направлению, перпендикулярному кромкам фарватера, относительное определяемое место  $C_B$  встречного судна смещается в относительное истинное место  $C_B^*$ .

Погрешность  $u$  характеризует точность морских средств навигации, погрешность  $v$  – точность радиолокационной станции.

Безопасность плавания своего судна по фарватеру связана с двумя событиями: нахождением своего судна в пределах фарватера и отсутствием столкновений с другими судами. Поскольку погрешности  $u$  и  $v$  являются независимыми случайными величинами, то в соответствии с теоремой умножения вероятностей и свойством противоположных событий из работы [2] ВНБП можно выразить в общем виде

# ОЦЕНКА СТЕПЕНИ БЕЗОПАСНОСТИ ПЛАВАНИЯ ПО ФАРВАТЕРУ

**Б.Е. Иванов**, д-р техн. наук, проф., капитан 1 ранга в отставке,  
**А.М. Черненко**, капитан 2 ранга запаса

$$P = P_{\Phi} (1 - P_C), \quad (1)$$

где  $P_{\Phi}$  – вероятность нахождения своего судна в пределах фарватера;  $P_C$  – вероятность столкновения судов.

Столкновение судов может произойти в случае, когда расстояние между их бортами будет меньше безопасного расстояния  $d$ . Это расстояние определяется с учетом гидротехнического взаимодействия двух движущихся объектов и составляет не менее трех значений ширины большего из расходящихся судов [3]. Тогда на основании выражения вероятности попадания случайной величины на заданный участок из работы [2] вероятность  $P_C$  может оцениваться по формуле

$$P_C = \int_{D-d-(b+b_B)/2}^{D+d+(b+b_B)/2} \varphi(v) dv, \quad (2)$$

где  $b$  и  $b_B$  – ширина безопасной полосы движения своего и встречного судов соответственно;  $\varphi(v)$  – плотность распределения погрешности  $v$ .

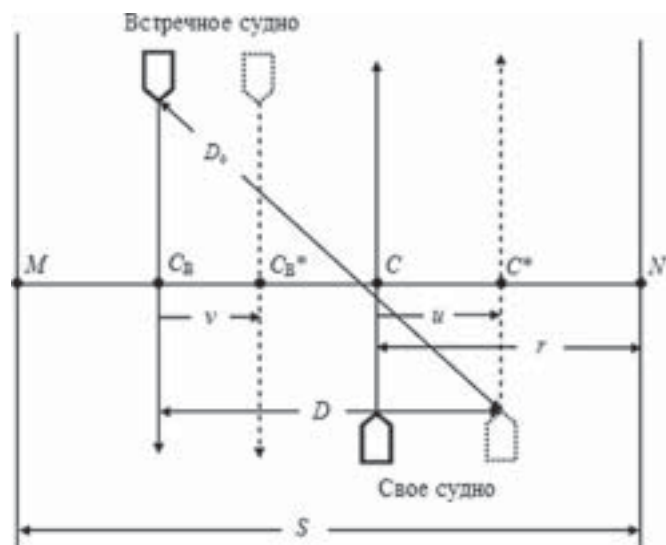
Ширина безопасной полосы движения своего судна  $b = L \sin(\alpha + \beta) + B \cos(\alpha + \beta)$ , (3)

где  $L$  и  $B$  – длина и ширина своего судна соответственно;  $\alpha$  – угол дрейфа от ветра;  $\beta$  – угол сноса течением.

Угол дрейфа  $\alpha$  зависит от отношения  $h$  площадей парусности надводного и подводного бортов судна, курсового угла  $q_B$  истинного ветра и отношения скоростей истинного ветра  $\omega$  и судна  $V$ . Значения угла дрейфа в градусах приведены в табл.1, заимствованной из работы [3].

Таблица 1

**Угол дрейфа  $\alpha$  в зависимости от отношения  $h$  площадей надводного и подводного бортов судна, курсового угла  $q_B$  истинного ветра и отношения скоростей истинного ветра  $\omega$  и судна  $V$**



**Взаимное расположение своего и встречного судов на фарватере**

| q <sub>B</sub> , град. | ω/V | Значения α в градусах при отношении h |     |     |     |     |      |      |      |
|------------------------|-----|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
|                        |     | 0,2                                   | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 2,0  | 3,0  | 4,0  |
| 30                     | 1   | 0,5                                   | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1,0  | 1,0  | 1,5  |
|                        | 2   | 0,5                                   | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 2,0  | 2,5  | 3,0  |
|                        | 3   | 1,0                                   | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 3,0  | 4,0  | 4,5  |
|                        | 4   | 1,0                                   | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,0  | 5,0  | 6,0  |
|                        | 5   | 1,5                                   | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 5,5  | 7,0  | 8,0  |
| 60                     | 1   | 0,5                                   | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5  | 2,0  | 2,5  |
|                        | 2   | 1,0                                   | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 3,5  | 4,5  | 5,0  |
|                        | 3   | 1,5                                   | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 5,5  | 6,5  | 8,0  |
|                        | 4   | 2,0                                   | 3,0 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 7,5  | 9,0  | 10,5 |
|                        | 5   | 3,0                                   | 4,0 | 5,0 | 5,5 | 6,5 | 9,5  | 11,5 | 13,5 |
| 90                     | 1   | 0,5                                   | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 2,0  | 2,5  | 3,0  |
|                        | 2   | 1,5                                   | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,0  | 5,0  | 5,5  |
|                        | 3   | 2,0                                   | 2,5 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 6,0  | 7,5  | 8,5  |
|                        | 4   | 2,5                                   | 3,5 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 8,0  | 10,0 | 11,5 |
|                        | 5   | 3,0                                   | 4,5 | 5,5 | 6,5 | 7,0 | 10,0 | 12,0 | 14,0 |
| 120                    | 1   | 0,5                                   | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5  | 2,0  | 2,5  |
|                        | 2   | 1,0                                   | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 3,5  | 4,0  | 4,5  |
|                        | 3   | 1,5                                   | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 5,0  | 5,5  | 6,5  |
|                        | 4   | 2,0                                   | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 6,5  | 7,5  | 9,0  |
|                        | 5   | 2,5                                   | 3,5 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 8,0  | 9,5  | 10,5 |
| 150                    | 1   | 0,5                                   | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1,0  | 1,0  | 1,0  |
|                        | 2   | 0,5                                   | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5  | 2,0  | 2,5  |
|                        | 3   | 1,0                                   | 1,0 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,5  | 3,0  | 3,5  |
|                        | 4   | 1,0                                   | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 3,5  | 4,0  | 4,5  |
|                        | 5   | 1,5                                   | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 4,0  | 5,0  | 5,5  |

| $q_T$ ,<br>град. | Значение $\beta$ в градусах при отношении $v_T/V$ |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------|---------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                  | 0,03                                              | 0,05 | 0,07 | 0,10 | 0,13 | 0,17 | 0,20 | 0,30 | 0,40 | 0,50 |
| 30               | 1,0                                               | 1,5  | 2,0  | 3,0  | 4,0  | 5,5  | 7,0  | 11,5 | 17,0 | 24,0 |
| 60               | 1,5                                               | 2,5  | 3,5  | 5,0  | 7,0  | 9,0  | 11,0 | 17,0 | 23,5 | 30,0 |
| 90               | 1,5                                               | 3,0  | 4,0  | 5,5  | 7,5  | 9,5  | 11,5 | 16,5 | 22,0 | 26,5 |
| 120              | 1,5                                               | 2,5  | 3,5  | 4,5  | 6,0  | 7,5  | 9,0  | 12,5 | 16,0 | 19,0 |
| 150              | 1,0                                               | 1,5  | 2,0  | 2,5  | 3,5  | 4,0  | 5,0  | 7,0  | 8,5  | 10,0 |

Угол сноса  $\beta$  зависит от курсового угла  $q_T$  течения и от отношения скоростей течения  $v_T$  и судна  $V$ . Значения угла сноса в градусах приведены в табл.2, заимствованной из работы [3].

Ширина  $b_B$  безопасной полосы движения встречного судна может определяться по формуле (3), табл.1 и 2 при учете данных, относящихся к встречному судну.

Обычно в качестве модели погрешности  $\mu$  принимается нормальное распределение. Тогда формула (2) может принять более простой для расчетов вид

$$P_C = \Phi\left(\frac{D + d + (b + b_B)/2}{m_B}\right) - \Phi\left(\frac{D - d - (b + b_B)/2}{m_B}\right), \quad (4)$$

где  $\Phi(x)$  – интеграл вероятностей с аргументом  $x$ , выражение которого приведено в скобках формулы (4);  $m_B$  – средняя квадратическая погрешность определения относительного места встречного судна по направлению, перпендикулярному кромкам фарватера.

Вероятность  $P_\Phi$  зависит от ширины фарватера, погрешностей определения места своего судна, погрешностей положения кромки фарватера и их гидродинамического влияния на корпус судна. В соответствии с работами [1, 4] эта вероятность может оцениваться по формуле

$$P_\Phi = \Phi\left(\frac{S - r - 0,5b - d^*}{\sqrt{m^2 + m_{K1}^2}}\right) + \Phi\left(\frac{r - 0,5b - d^*}{\sqrt{m^2 + m_{K2}^2}}\right), \quad (5)$$

где  $m$ ,  $m_{K1}$  и  $m_{K2}$  – средние квадратические погрешности определения места своего судна в направлении, перпендикулярном кромкам фарватера, и положения левой и правой кромок соответственно;  $d^*$  – навигационный запас.

Навигационный запас  $d^*$  служит для учета гидродинамического воздействия корабля на бровку фарватера (канала) и принимается равной половине ширины своего корабля [4]. В случае, когда кромки фарватера не характеризуются резким подъемом рельефа дна (т. е. бровка отсутствуют), величина  $d^*$  равняется нулю.

Таким образом, в данной статье решена задача оценки ВНБП по фарватеру с учетом основных факторов. Несколько по-иному решалась эта задача в работах [5, 6], где первое из рассмотренных выше событий состояло «в том, что свой корабль находится в пределах «чистой» воды неогражденного фарватера (с учетом габаритов своего и встречного кораблей)». В связи с этим неоправданно было предложено вероятность  $P_\Phi$  уменьшить на величину, равную вероятности того, что погрешность  $\mu$  будет находиться в интервале, расположенном на расстоянии  $D$  от определяемого места  $S$  своего судна и равном ширине встречного судна.

Оценим достоверность положений данной статьи путем сравнения вероятности  $P$ , вычисленной по формулам (1), (4) и (5), и вероятности  $P^*$ , вычисленной по формулам из работ [5, 6], с эталонной вероятностью  $P_\Sigma$ , полученной методом статистического моделирования.

Для вычисления эталонной вероятности  $P_\Sigma$  на ЭВМ моделировались  $n = 10\,000$  пар случайных погрешностей  $\mu$  и  $\nu$ . В результате определялось число  $n_0$  навигационных происшествий (выходов своего судна за пределы фарватера и/или

столкновений со встречным судном) из условий  $u + b/2 + d^* > r$ ,  $u - b/2 - d^* < r - S$  и  $abs(v - D) < (b + b_B)/2 + d$ . Зная данные статистического моделирования, можно было вычислить эталонную ВНБП по формуле  $P_\Sigma = 1 - n_0/n$ .

Значения вероятностей  $P$ ,  $P^*$  и  $P_\Sigma$  для  $r$  от 0 до 0,5  $S$  с шагом 0,05  $S$  вычислялись при  $m = m_B = 0,3 S$ ,  $D = 0,5 S$ ,  $b = b_B = 0,3 S$  и  $d = d^* = 0$ . При этом в качестве модели погрешностей использовалось нормальное распределение. Результаты вычислений представлены в табл.3.

Таблица 3

Вероятности  $P$ ,  $P^*$  и  $P_\Sigma$  в зависимости от расстояния  $r$  судна до правой кромки фарватера, нормированного его шириной  $S$

| $r/S$ | $P$   | $P^*$ | $P_\Sigma$ |
|-------|-------|-------|------------|
| 0,00  | 0,230 | 0,043 | 0,229      |
| 0,05  | 0,275 | 0,088 | 0,274      |
| 0,10  | 0,321 | 0,134 | 0,320      |
| 0,15  | 0,368 | 0,181 | 0,368      |
| 0,20  | 0,414 | 0,227 | 0,415      |
| 0,25  | 0,457 | 0,270 | 0,458      |
| 0,30  | 0,494 | 0,308 | 0,493      |
| 0,35  | 0,526 | 0,339 | 0,524      |
| 0,40  | 0,549 | 0,362 | 0,549      |
| 0,45  | 0,564 | 0,377 | 0,564      |
| 0,50  | 0,569 | 0,382 | 0,568      |

Из табл. 3 видно, что вероятности  $P$  и  $P_\Sigma$  достаточно близки друг к другу; их относительная разность составляет менее 1%. В то же время вероятность  $P^*$  значительно отличается от эталонной вероятности  $P_\Sigma$ ; их относительная разность составляет от 30 до 80%. Это позволяет утверждать, что методом статистического моделирования подтверждена достоверность зависимостей для оценки ВНБП, теоретически обоснованных в данной статье.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что оценку ВНБП по фарватеру следует выполнять по формулам (1), (3), (4) и (5) с учетом данных, приведенных в табл.1 и 2.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Иванов Б. Е. Влияние погрешностей положения кромки фарватера на безопасность плавания // Морской вестник. – 2005. – № 2(14). – С. 80-82.
- Вентцель Е. С. Теория вероятностей. 3-е изд., испр. – М.: Наука, 1964. – 576 с.
- Рекомендации по назначению оптимального режима проводки судов на морских каналах. РД 31.63.03-86. – М.: В/О «Мортехинформреклама», 1986. – 33 с.
- Нормы проектирования морских каналов. РД 31.31.47-88. – М.: В/О «Мортехинформреклама», 1988. – 51 с.
- Груздев Н. М. Вероятность безопасного плавания и столкновения со встречным кораблем на фарватере // Записки по гидрографии. – 2001. – № 253. – С. 10-17.
- Он же. Навигационная безопасность плавания. – СПб.: ГУНиО МО РФ, 2002. – 221 с. ■



**Н**еобходимость корректировки требований к остойчивости малых (до 40 м) рыболовных судов связана с их довольно высокой аварийностью даже в тех случаях, когда остойчивость удовлетворяет требованиям Российского Морского Регистра судоходства (в дальнейшем – Регистр). Как показывает собранная и проанализированная автором обширная аварийная статистика, погибают от опрокидывания прежде всего малотоннажные суда, принимавшие большие объемы воды на палубу на попутном волнении или при курсовых углах, близких к попутному [1, 2]. В этой ситуации предпосылкой опасного накренения и опрокидывания служат снижение остойчивости на вершине волны и кренящий момент от воды, залившей палубу судна с кормы.

Международная конвенция по безопасности рыболовных судов, включая Протокол 1993 г., предусматривает, что суда должны в соответствии с требованиями администрации выдерживать заливание палубы с учетом сезонных условий погоды, состояния моря, при которых судно будет эксплуатироваться, а также от типа судна и способа его работы (Правило 32).

Международная конвенция по безопасности рыболовных судов («Руководство по определению остойчивости при заливании палубы», док. 3, прилож. к Конвенции «Рекомендации конференции» [3]) и Правила Регистра п. 2.3.2. ч. IV «Остойчивость» 1999 г. [4]) не содержат жесткой регламентации способов учета влияния воды в палубном колодце на остойчивость судна и не охватывают архитектурно-конструктивных особенностей судов и условий их эксплуатации, а ограничиваются весьма неопределенными общими указаниями на один из возможных условных статических или квазистатических способов. Другие способы оценки остойчивости не рассматриваются и не формулируются расчетные ситуации.

Многие расчетные ситуации, даже хорошо изученные для больших судов, оказываются более сложными для судов с размерениями, малыми по сравнению с размерами волн. Поэтому многие допущения, вполне применимые для больших судов, неприемлемы при анализе остойчивости малых и средних судов на волнении. Н.Б. Севастьянов в [5] отмечал, что из 10 судов, потерпевших аварии, нет ни одного, причины гибели которого полностью определялись бы расчетной ситуацией в соответствии с нормами остойчивости Регистра без учета дополнительных обстоятельств (заливание палубы, удар волны, резкое зарыскивание на попутной волне, катастрофическое обледенение). По-

# О НЕОБХОДИМОСТИ КОРРЕКТИРОВКИ ПРАВИЛ РОССИЙСКОГО МОРСКОГО РЕГИСТРА СУДОХОДСТВА В ЧАСТИ ОСТОЙЧИВОСТИ МАЛЫХ (ДО 40 М) РЫБОЛОВНЫХ СУДОВ

**В.В. Ярисов**, канд. техн. наук, доцент, БГА РФ

этому те физические основания, на которых построены нормы остойчивости Регистра, очевидно, нуждаются в уточнениях и дополнениях, когда речь идет о малых и средних промысловых судах.

Исследование таких ситуаций актуально, так как без этого невозможно реализовать принцип российской системы технического надзора за судами при проектировании и эксплуатации судов различного назначения и размерений – обеспечение равной степени их безопасности.

Расчетные ситуации, в которых определяются критерии остойчивости, должны быть четко сформулированы. В настоящее время можно указать, по крайней мере, восемь таких ситуаций [6, 7, 12, 13].

При движении судов лагом к волнению можно выделить три опасные ситуации:

- 1) опрокидывание судна связано с воздействием на него ветрового шквала;
- 2) опрокидывание может рассматриваться как следствие заливания палубы заборной водой;
- 3) опрокидывание может возникнуть в результате ударного воздействия разрушающегося гребня волны.

При движении судов на попутном волнении можно выделить, по крайней мере, пять опасных ситуаций.

- 1) опрокидывание является следствием развивающихся параметрических колебаний;
- 2) опрокидывание происходит в результате чистой потери остойчивости;
- 3) опрокидывание наступает как следствие бродинга;
- 4) опрокидывание может явиться следствием воздействия ветрового

шквала на судно в моменты времени, когда его остойчивость уменьшается;

- 5) возможность опрокидывания может быть следствием заливания палубного колодца.

В свою очередь, каждая из вышеперечисленных ситуаций может осложняться за счет смещения навалочного груза в трюме и нарушения водонепроницаемости корпуса.

Опасные ситуации не исчерпываются перечисленными, однако оценка остойчивости в некоторых из вышеперечисленных ситуациях – необходимое условие для оценки безопасности мореплавания, а также для решения прямой и обратной задач проектирования и анализа фактических аварий.

Поэтому, на наш взгляд, необходимо дополнить Правила Регистра в ч. IV «Остойчивость» не только требованиями и условиями, при которых остойчивость малых и средних рыболовных судов может считаться достаточной на случай заливания палубного колодца на попутном волнении заборной водой, но и способами оценки их достаточности. В то же время результатом такой оценки должно быть доказательство достаточной остойчивости (как правило, критическое возвышение аппликаты центра тяжести судна) с учетом риска его реализации для данной загрузки судна в расчетных условиях ветро-волнового режима.

Поэтому целью настоящей работы являлась разработка методики оценки остойчивости малотоннажных судов при движении на попутном волнении в условиях заливания палубы с кормы.

Принятые обозначения:  $L_{pp}$ ,  $L$  – длина судна между перпендикулярами, м;  $B$  – ширина судна, м;  $D$  – вы-

сота борта, м;  $d_n$ ,  $d_k$  – осадка носом и кормой соответственно, м;  $d$  – осадка на миделе, м;  $\Delta$  – весовое водоизмещение судна, т;  $\chi$  – коэффициент вертикальной полноты судна;  $\phi$  – коэффициент продольной полноты;  $f$  – высота надводного борта судна наименьшая, м;  $h_f$  – высота фальшборта, м;  $\theta_1$  – угол погружения кромки палубы в воду, град;  $\theta_f$  – угол погружения кромки фальшборта в воду, град;  $S_k$  – приведенная площадь палубного колодца, м<sup>2</sup>;  $S_0$  – площадь действующей ватерлинии, м<sup>2</sup>;  $\alpha_k$  – относительная площадь палубного колодца, определяемая делением приведенной площади палубного колодца на площадь действующей ватерлинии;  $Z_g$  – возвышение центра тяжести судна для конкретного состояния нагрузки, м;  $h_0$  – начальная метacentрическая высота судна для конкретного состояния нагрузки, м;  $\lambda$  – длина волны, м;  $h_w$  – высота волны, м;  $F_r$  – число Фруда;  $\ell_R$  – плечо статической остойчивости судна на вершине расчетной попутной регулярной волны, м;  $\Delta l_B$  – приращение плеча статической остойчивости на вершине расчетной попутной регулярной волны, м;  $\ell_w$  – плечи кренящего момента от воды в палубном колодце судна, м.

Не указанные здесь обозначения соответствуют принятым в ч.IV «Остойчивость» Правил Регистра [4].

Настоящие предложения по корректировке Правил Российского Морского Регистра судоходства в части требований к остойчивости малых (до 40 м) рыболовных судов (в дальнейшем «Предложения») распространяются также на малотоннажные грузовые суда, длина которых не превышает 40 м, не имеющие развитых кормовых надстроек (рис.1), а характеристики защищенного надводного борта и палубного колодца удовлетворяют следующим требованиям:

$$\begin{cases} \frac{f}{B} \leq 0.143 + \frac{h_f}{2B}, 0 \leq \frac{h_f}{B} \leq 0.065; \\ \frac{f}{B} \leq 0.199 - 0.55 \frac{h_f}{B}, 0.065 \leq \frac{h_f}{B} \leq 0.100; \\ \frac{f}{B} \leq 0.244 - \frac{h_f}{B}, 0.100 \leq \frac{h_f}{B} \leq 0.300; \end{cases}$$

$$\alpha_k \geq 0.30,$$

Суда длиной менее 25 м рекомендуются отнести к рассматриваемой группе независимо от величины относительной приведенной площади палубного колодца и относительной высоты борта.

Остойчивость малых (до 40 м) судов должна быть проверена по настоящим предложениям для всех состояний нагрузки, предусмотренных для рыболовных и грузовых судов действующими Правилами Регистра [4] за

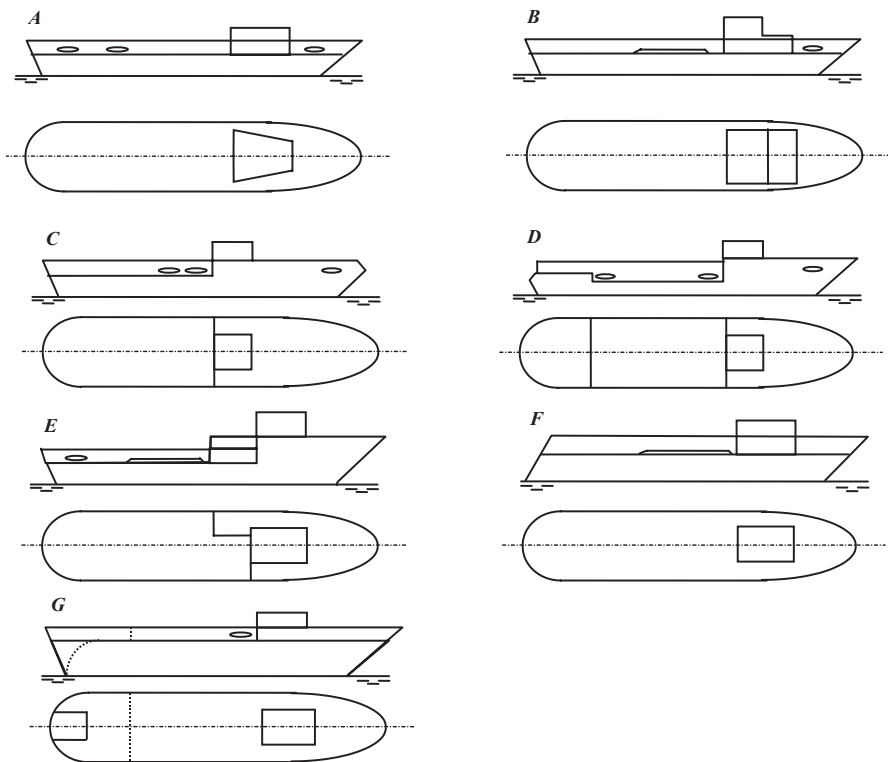


Рис.1. Архитектурно-конструктивные типы малотоннажных судов, потерпевшие аварии на попутном волнении в условиях заливания палубы:

A – гладкопалубное с одноярусной рубкой в носу; B – гладкопалубное с приподнятой рубкой в средней части; C – однопалубное с баком и рубкой в средней части; D – однопалубное с баком и квартердеком, с рубкой второго яруса в носу; E – однопалубное с баком переходящим в рубку левого борта, и с рубкой второго яруса; F – двухпалубное с одноярусной рубкой; G – шельтердечное судно открытое с кормы и с закрытой промысловой палубой.

исключением случаев выхода судна в рейс или на промысел с полными судовыми, промысловыми и технологическими запасами. В последнем случае остойчивость судна должна отвечать общим требованиям к остойчивости неповрежденных морских судов Регистра [4].

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ОСТОЙЧИВОСТИ

1. Выбор расчетной волны. За расчетную принимается такая волна, длина которой  $\lambda$  равна длине судна, а крутизна (отношение высоты волны к ее длине)  $h_w/\lambda$  принимается по табл.1 с учетом [7].

Таблица 1

Значения отношения  $h_w/\lambda$ \*

| $\lambda$ , м | 20    | 25    | 30    | 35    | 40    |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $h_w/\lambda$ | 0.108 | 0.100 | 0.093 | 0.089 | 0.084 |

\*Промежуточные значения определяются линейной интерполяцией.

2. Исходная диаграмма статической остойчивости строится для каждого варианта нагрузки с помощью общеизвестных методов статики корабля [8]. В случае, когда проверяется по настоящим предложениям остойчивость судна, полные расчеты остойчивости для которого были выполне-

ны ранее по действующим Правилам Регистра [4], исходная диаграмма статической остойчивости судна может быть взята из соответствующего документа или рассчитана с использованием интерполяционных кривых плеч остойчивости формы. Учет надстроек и рубок, а также возможного сопутствующего дифферента в расчетах остойчивости проводится в соответствии с действующими Правилами Регистра [4]. Расчет поправок на влияние свободных поверхностей жидкости следует выполнять в соответствии с «Инструкцией по учету влияния свободных поверхностей жидких грузов на остойчивость судна» Регистра. На всех диаграммах статической остойчивости должен быть отмечен угол входа кромки фальшборта в воду:

$$\theta_f = \arctg \frac{2(f + h_f)}{B}.$$

3. Расчет диаграммы статической остойчивости на вершине расчетной попутной волны. Плечи статической остойчивости судна при положении на вершине попутной расчетной регулярной волны определяются путем исправления на влияние попутного волнения плеч (в метрах) статической остойчивости в тихой воде (см. п.2.). Ординаты расчетной диаграммы остойчивости для положения судна на вер-



Таблица 2

Функции  $\Phi(h_w/\lambda, \theta)10^2$ 

| Положение судна  | Крутизна волны, $h_w/\lambda$ | Углы крена, град. |       |        |       |       |       |
|------------------|-------------------------------|-------------------|-------|--------|-------|-------|-------|
|                  |                               | 10                | 20    | 30     | 40    | 50    | 60    |
| На вершине волны | 0.03                          | -0.38             | -0.58 | -0.80  | -0.92 | -0.86 | -0.75 |
|                  | 0.04                          | -0.42             | -0.74 | -1.110 | -1.30 | -1.20 | -1.05 |
|                  | 0.05                          | -0.48             | -0.92 | -1.50  | -1.70 | -1.60 | -1.42 |
|                  | 0.06                          | -0.60             | -1.12 | -1.78  | -1.98 | -1.87 | -1.70 |
|                  | 0.07                          | -0.70             | -1.31 | -1.97  | -2.15 | -2.06 | -1.90 |
|                  | 0.08                          | -0.77             | -1.45 | -2.13  | -2.30 | -2.33 | -2.06 |
|                  | 0.09                          | -0.85             | -1.56 | -2.28  | -2.42 | -2.35 | -2.20 |
|                  | 0.10                          | -0.90             | -1.65 | -2.41  | -2.55 | -2.48 | -2.35 |
|                  | 0.11                          | -0.95             | -1.75 | -2.50  | -2.65 | -2.59 | -2.43 |

Таблица 3

Функции  $f_i(\theta)10^2$ 

| № $f_i$ | Углы крена, град.      |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |
|---------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|         | 10                     | 20                     | 30                     | 40                     | 50                     | 60                     | 70                     | 80                     |
| 1       | -0.200                 | -0.360                 | -0.450                 | -0.380                 | -0.300                 | -0.250                 | -0.240                 | -0.220                 |
| 2       | -0.350                 | -0.850                 | -1.030                 | -0.730                 | -0.360                 | -0.300                 | -0.330                 | -0.400                 |
| 3       | 1.250                  | 2.000                  | 2.200                  | 1.560                  | 1.100                  | 0.900                  | 0.820                  | 0.900                  |
| 4       | 0.400                  | 0.700                  | 1.000                  | 1.480                  | 1.800                  | 2.000                  | 2.000                  | 1.930                  |
| 5       | 1.920                  | 2.860                  | 3.580                  | 4.500                  | 4.960                  | 4.400                  | 3.900                  | 3.600                  |
| 6       | $\frac{2.600}{-2.740}$ | $\frac{4.700}{-3.600}$ | $\frac{5.000}{-2.860}$ | $\frac{4.200}{-2.200}$ | $\frac{3.600}{-1.860}$ | $\frac{3.400}{-1.740}$ | $\frac{3.400}{-1.650}$ | $\frac{3.510}{-1.600}$ |
| 7       | 0.050                  | 0.090                  | 0.106                  | 0.070                  | 0.016                  | 0                      | -0.020                 | 0                      |
| 8       | -0.080                 | -0.130                 | -0.096                 | -0.032                 | -0.006                 | 0                      | -0.030                 | -0.080                 |
| 9       | 0.700                  | 1.500                  | 1.980                  | 1.710                  | 1.260                  | 1.120                  | 1.060                  | 1.100                  |
| 10      | -0.400                 | -3.800                 | -12.00                 | -26.00                 | -40.00                 | -38.80                 | -40.00                 | -38.50                 |
| 11      | 1.830                  | 2.370                  | 2.020                  | 1.670                  | 1.480                  | 1.400                  | 1.360                  | 1.340                  |
| 12      | -0.500                 | -0.900                 | -1.080                 | -0.800                 | -0.520                 | -0.400                 | -0.340                 | -0.300                 |
| 13      | -2.440                 | -2.700                 | -1.800                 | -0.800                 | -0.260                 | 0                      | 0                      | -0.020                 |
| 14      | -0.440                 | -0.800                 | -0.880                 | -0.640                 | -0.500                 | -0.480                 | -0.530                 | -0.600                 |
| 15      | 0.136                  | 0.221                  | 0.188                  | 0.119                  | 0.055                  | 0.035                  | 0.020                  | 0.010                  |
| 16      | -0.920                 | -1.070                 | -1.006                 | -0.670                 | -0.460                 | -0.320                 | -0.275                 | -0.250                 |
| 17      | -30                    | -100                   | -260                   | -350                   | -380                   | -345                   | -293                   | -270                   |

Примечание. Функции, стоящие в числителе, принимаются при  $Fr < 0.28$ , а в знаменателе – при  $Fr > 0.28$ .

шине попутной волны определяются следующими выражениями:

$$l_r(\theta) = l(\theta) - |\Delta l_B(\theta)|;$$

$$\Delta l_B = B[\Phi(h_w/\lambda, \theta) + \sum_{i=1}^{17} A_i f_i(\theta)],$$

где функции  $\Phi(h_w/\lambda, \theta)$ ,  $f_i$  определяются по табл.2–3, а величины  $A_i$  – выражениями с учетом [7, 9]:

$$A_1 = L/B - 4.820; A_2 = B/d - 2.670; A_3 = D/d - 1.300; A_4 = \chi - 0.700;$$

$$A_5 = \varphi - 0.692; A_6 = Fr - 0.280; A_7 = A_1^2; A_8 = A_2^2; A_9 = A_3^2; A_{10} = A_5^2;$$

$$A_{11} = A_6^2; A_{12} = A_1 A_4; A_{13} = A_2 A_4; A_{14} = A_1 A_6; A_{15} = A_1^3; A_{16} = A_3^3; A_{17} = A_5^3.$$

4. **Диаграмма плеч кренящего момента от воды в палубном колодце.** Элементы палубного колодца определяются расчетом по теоретическому чертежу с учетом общего расположения судна и определений [12]. Расчет плеч кренящего момента от воды в палубном колодце проводится по зависимостям

$$\Delta l_w \sin \frac{\pi}{\theta_f} \theta, \text{ если } -\theta_f < \theta < \theta_f;$$

$$0, \text{ если } -|\theta| \geq \theta_f,$$

$$l_w = 0,21 \alpha_k \frac{B}{d} \frac{1}{\chi} f_m.$$

Функция начального уровня заливаемой воды  $f_m[f/L]$ :

$$f_m = 0,5 \text{ м при } f/L = 0,015;$$

$$f_m = 0,167 \text{ м при } f/L = 0,035;$$

при  $0 < f/L < 0,015$  определяется с помощью линейной интерполяции между значениями 0,5 м и 0,167 м.

На участке углов крена от угла входа кромки палубы в воду до угла входа кромки фальшборта в воду кривая плеч кренящего момента от воды в палубном колодце заменяется отрезком прямой.

Критическое возвышение центра масс судна в расчетной ситуации определяется из условия равенства площадей «а» и «б» на рис.2 (условие равенства работ восстанавливающего момента судна соответствующего расчетной диаграмме статической остойчивости и кренящего момента от воды на палубе судна).

Методом последовательных приближений добиваемся равенства площадей «а» и «в» (см. рис.2) и получаем искомую диаграмму статической остойчивости. Значение аппликаты центра тяжести судна в рассматриваемой ситуации будет критическим.

5. **Минимальное допустимое значение начальной метацентрической высоты** не может быть меньше значения, при котором статический крен от воды на палубе равен углу в 3/4 от угла входа фальшборта в воду:

$$\frac{h_0}{B} = 0,11 \frac{\alpha_k h_f}{\chi d \theta_f}.$$

Проделанная работа позволяет сделать следующие основные практические выводы и рекомендации по повышению безопасности мореплавания вышеуказанных малотоннажных судов.

Фальшборт, образующий палубный колодец, является опасной конструкцией, установка фальшборта требуемой высоты в районе длинного палубного колодца недопустима.

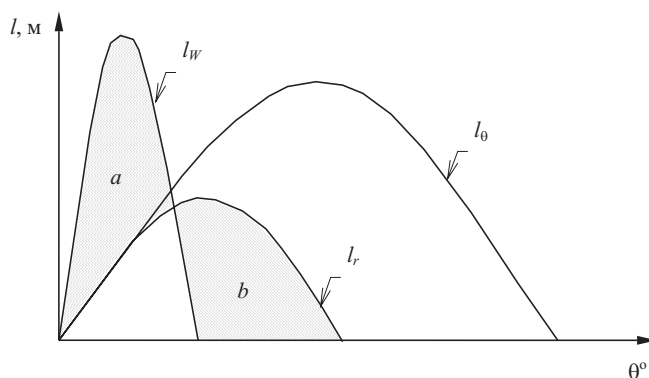


Рис.2. Схема для определения критической диаграммы остойчивости

Необходимо ставить фальшборт съемной конструкции, переменной по длине, или заменить его леерным или сетчатым ограждением. Штормовые портики требуемых нормами размеров при залипании палубы малоэффективны.

Водонепроницаемые надстройки средней длины, симметричные относительно диаметральной плоскости, существенно повышают безопасность мореплавания в рассматриваемой ситуации.

Методика расчета критической диаграммы остойчивости хорошо зарекомендовала себя при экспериментальной проверке [10, 11] (рис. 3, 4). Ее элементы могут быть использованы при корректировке существующей информации об остойчивости, а также при расчете элементов проектируемого судна на его разных стадиях, при выборе его архитектурно-конструктивного типа.

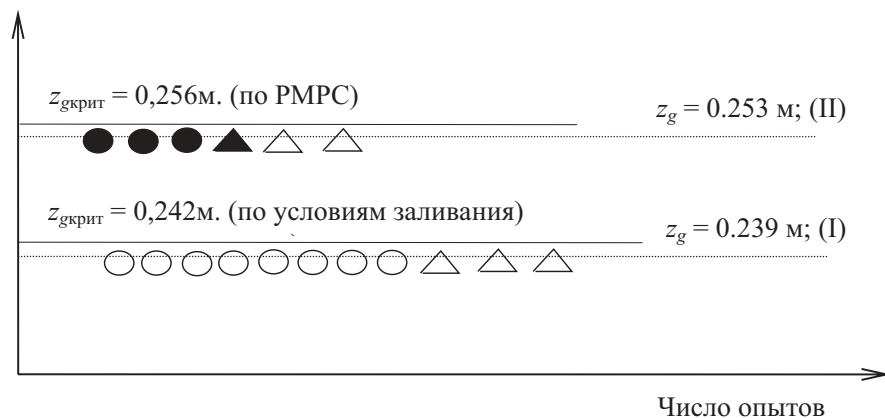


Рис. 3. Результаты экспериментального исследования. Судно – МТКМ «Бателла», 108 кг,  $z_g^I = 0.239$  м,  $z_g^{II} = 0.253$  м.

○ – результаты, относящиеся к испытаниям на попутном регулярном волнении ( $h_w/\lambda \approx 1/11 \div 1/12$ ;  $Fr = 0-0.15$ ;  $\varepsilon = 0-25^\circ$ );  $\triangle$  – результаты, относящиеся к испытаниям на попутном нерегулярном волнении ( $\tau_{cp} = 2.01$  с;  $h_{3\%} = 0.21$  м;  $Fr = 0-0.15$ ;  $\varepsilon = 0^\circ$ )

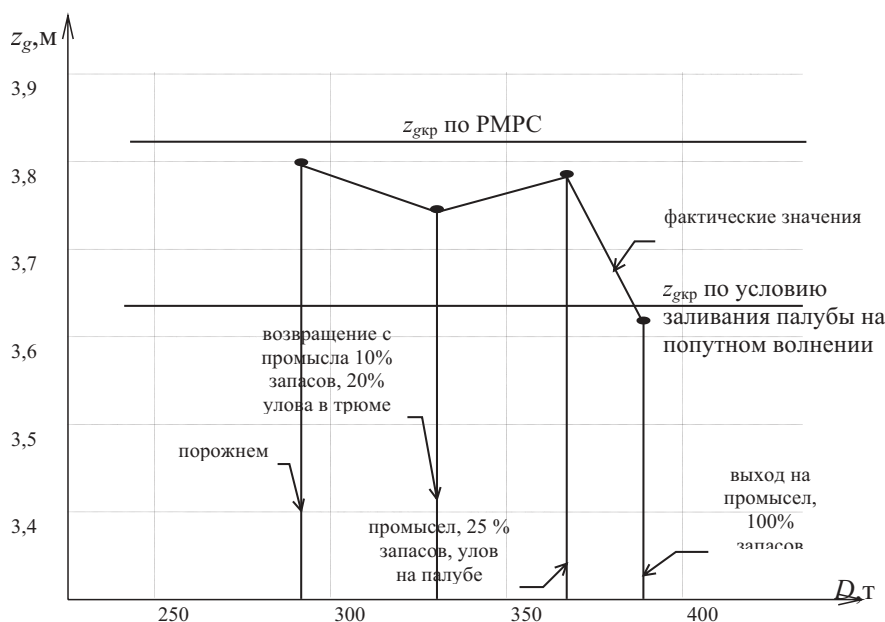


Рис. 4. Кривые предельных аппликат центра тяжести судна МТКМ «Бателла»

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ярисов В.В. Анализ отдельных аварий малотоннажных рыболовных судов на попутном волнении // Безопасность мореплавания и ведения промысла: Сб. Департамента по рыболовству. – Вып. 106. – СПб.: Гидрометеиздат, 1997. – С. 38–44.
2. Он же. Анализ аварийной статистики малотоннажных судов на попутном волнении в условиях залипания палубы. – Эксплуатация и проектирование судов и орудий лова: Сб. БГА РФ. – 1999. – Вып. 28. – Калининград: БГА РФ, С. 9–15.
3. Torremolinos Protocol and Torremolinos International Convention for the Safety of Fishing Vessels. Consolidated Edition, 1995. IMO, London, 1995.
4. Правила классификации и постройки морских судов. – В 2-х т. –

Т.1: Российский Морской Регистр судоходства. – СПб., 1999.

5. Севастьянов Н.Б. Остойчивость промысловых судов. – Л.: Судостроение, 1970. – 200 с.
6. Ярисов В.В., Шарфи М.Б.Х. О необходимости корректировки требований к остойчивости малотоннажных рыболовных судов, исходя из специфики их эксплуатации // Проблемы мореходных качеств судов и корабельной гидромеханики: Тез. докл. 39 Крыловских чтений. – СПб.: ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова – НТО судостроителей им. акад. А.Н. Крылова, 1999. – С. 124–125.
7. Методика оценки остойчивости судов на попутном волнении. – Регистр СССР, № С-4-4237 от 15.11.77.
8. Справочник по теории корабля. – В 3-х т. – Т.2: Статика судов / Под редакцией Я.И. Войткунского. – Л.: Судостроение, 1985. – 440 с.
9. Нечаев Ю.И. Моделирование остойчивости на волнении. – Л.: Судостроение, 1989. – 238 с.
10. Ананьев Д.М., Ярисов В.В. Накренение и опрокидывание малотоннажного судна при его залипании попутной волной // Науч.-техн. сб. Российского Морского Регистра судоходства. – 1997. – Вып. 20. – Ч.1. – С. 43–56.
11. Ярисов В.В. Экспериментальная оценка остойчивости малотоннажных рыболовных судов в условиях залипания попутной волной // Безопасность мореплавания и ведения промысла: Сб. Департамента по рыболовству. – 1998. – Вып. 107. – СПб.: Гидрометеиздат, С. 29–36.
12. Дополнительные требования к составлению «Информации об остойчивости низкобортных судов». – Регистр СССР, № С-4-3296 от 23.10.79.
13. Дополнительный критерий остойчивости судов длиной до 25 м. – Регистр СССР, № С-4-3963 от 18.12.79.
14. Ярисов В.В. Особенности эксплуатации малотоннажных судов на попутном волнении в условиях залипания палубы в свете обеспечения безопасности мореплавания: Учеб. пособие. – СПб.: Судостроение, 2003. – 48 с., ил.
15. Он же. Анализ аварий судов от потери остойчивости в условиях залипания палубы: Учеб. пособие. – СПб.: Судостроение, 2005. – 128 с., ил. ■

Рецензенты:

Ю.И. Нечаев, д-р техн. наук, проф.,  
Р.В. Борисов, д-р техн. наук, проф.



**С**татистика свидетельствует, что по своим масштабам потери нефти при аварийных утечках из подводных трубопроводов находятся на втором месте после разливов при авариях танкеров. При этом эффективность ликвидации последствий таких утечек зависит в значительной степени от оперативности выявления нефтяного загрязнения придонных слоев морской воды на его ранних стадиях непосредственно вблизи поврежденного трубопровода. К сожалению, к настоящему времени достаточно хорошо отработаны только радиолокационные и лидарные методы обнаружения нефтяных разливов на морской поверхности. В данной работе основное внимание уделено специфическим методам и техническим средствам обнаружения утечек нефти в толще морской среды.

На континентальном шельфе Мирового океана к настоящему времени уложено более 100 тыс. км подводных трубопроводов. Вероятность аварийных утечек из них оценивается как  $10^{-5} - 10^{-3}$  км/год, а суммарные годовые потери нефти при этом достигают 50 тыс. т. (табл. 1) [1].

К главным причинам разрушения подводных трубопроводов, приводящим к аварийным утечкам нефти, относятся [2]:

- коррозия и дефекты металлических стенок труб;
- эрозия и тектонические сдвиги донного грунта вблизи трассы;
- повреждения труб от якорей судов и донных рыболовных тралов.

Таблица 1

**Частота и объем аварийных потерь нефти на морских нефтегазовых комплексах в 1997 г.**

| Тип работ и операций              | Кол-во разливов | Общий объем разливов | Средний объем одного разлива |
|-----------------------------------|-----------------|----------------------|------------------------------|
| Буровые операции                  | 4               | 762                  | 191                          |
| Операции по хранению и перегрузке | 12              | 30952                | 2579                         |
| Перекачка по трубам               | 63              | 49660                | 788                          |
| Танкерные перевозки               | 23              | 78000                | 3391                         |
| Суммарно                          | 102             | 159374               | 1562                         |

Аварийность обычно снижается при увеличении диаметра труб и возрастает по мере старения трубопровода. Обнаружение небольших по объему утечек нефти через малые отверстия в стенках трубопроводов (*свищи*) на ранних стадиях развития сквозных повреждений является эффективным средством предотвращения серьезных аварийных ситуаций на морских нефтегазовых комплексах [3].

# СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБНАРУЖЕНИЯ В ТОЛЩЕ МОРСКОЙ СРЕДЫ АВАРИЙНЫХ УТЕЧЕК НЕФТИ ИЗ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

**И.В.Алешин**, д-р техн. наук, проф.,  
**В.К.Гончаров**, д-р техн. наук, проф., СПбГМТУ,  
**В.Ю.Осадчий**, канд. физ-мат. наук, директор,  
**И.М. Левин**, д-р физ-мат. наук, зав. лабораторией,  
**Т.М.Радомысльская**, канд. физ-мат. наук, ст. науч. сотрудник, СПб филиал «ИО РАН им. П.П. Шишова»,  
**Н.Ю.Клементьева**, канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник, ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова»  
**В.С.Колобков**, канд. техн. наук, гл. инженер,  
**В.В.Зеленский**, канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник, зам. нач. научно-технического комплекса ФГУП «НИИТ»  
**Джун Ли**, д-р техн. наук, проф., Дальнянский технологический университет, КНР

К сожалению, разработке методов обнаружения следовых количеств нефтяных загрязнений в толще морской среды до недавнего времени уделялось недостаточно внимания. В работе [4], например, рассмотрены наиболее распространенные в настоящее время оптические методы обнаружения нефтяных разливов на морской поверхности. Решение задачи обнаружения нефтяных капель и агломератов в толще морской среды требует использования специфических подходов и иных технических средств. Наиболее перспективными из них в настоящее время являются флуориметрия и TV-системы подводного видения высокого разрешения с лазерной подсветкой, анализу возможностей использования которых для обнаружения нефтяных загрязнений толщи морской среды и посвящена данная работа.

## 1. ОСОБЕННОСТИ УТЕЧЕК НЕФТИ ИЗ СВИЩЕЙ В МОРСКИХ ТРУБОПРОВОДАХ

В отличие от случаев полного разрушения подводного трубопровода с разовым выбросом больших количеств нефти ее небольшие утечки через коррозионные свищи трудно заметить и затем локализовать. Объемы таких утечек зависят от размеров свищей и перепада давления между потоком в трубе и наружным гидростатическим давлением на глубине расположения нефтепровода. В начальных стадиях коррозии и на больших удалениях от нагнетающих насосов утечки будут малы, и их проявления на поверхности моря в виде *сликов* окажутся малозаметными. Поэтому необходимо обнаруживать вытекающую нефть в непосредственной близости от повреждения трубопровода в придон-

ных слоях морских вод, для чего в наибольшей степени пригодны погружаемые системы наблюдения.

Имеющийся опыт наблюдения за истечением жидкости из различных типов отверстий дает основание считать, что первоначально вытекающая через свищ нефть имеет форму струи, на некотором расстоянии распадается на отдельные капли (при малых интенсивностях утечек капли будут образовываться сразу же на свище). Образовавшиеся нефтяные капли начнут постепенно всплывать к поверхности моря, так как плотность нефти существенно меньше плотности морской воды.

Скорость всплытия нефтяных капель зависит, среди прочего, от их размеров, поэтому по мере всплытия нефтяные капли будут разделяться по размерам, образуя *кластеры* (пятна) близких по размерам капель. Разделение кластеров в пространстве будет осуществляться также под действием течения, вследствие чего капли различных размеров будут в различной степени сноситься течением в горизонтальной плоскости. Однако основная масса нефтяных капель со средними и близкими к среднему размерами формируют шлейф, поднимающийся к поверхности моря, подобно струе дыма. Именно этот объект – протяженный *шлейф* нефтяных капель – представляет интерес с точки зрения обнаружения утечек из подводных трубопроводов. Основными характеристиками такого объекта являются размеры нефтяных капель, расстояние между ними, вертикальные и горизонтальные размеры шлейфа.

Интенсивность утечки нефти через свищ можно оценить, используя известные методы гидравлики для истечения через затопленное отверстие, причем при малых размерах свища его канал в стенке трубы рассматривался как цилиндрический насадок [5]. Размеры вытекающих капель нефти зависят от размеров свища и условий истечения. При малых утечках размер капли определяется балансом плаваемости капли и удерживающего ее поверхностного натяжения по периметру отверстия свища. С ростом перепада давления отрыв капель происходит быстрее, их размеры несколько уменьшаются, а затем происходит переход к струйному режиму истечения нефти. Сопоставляя интенсивность истечения нефти и размеры всплывающих капель, а также учитывая скорость их всплытия, можно оценить среднее расстояние между каплями.

Для оценки скорости всплытия капель нефти целесообразно использовать аппроксимирующие степенные зависимости, полученные в [5]:

$$W = 0.132 \left( g \frac{\gamma_w - \gamma_o}{\gamma_w} \right)^{0.75} v_w d^{1.25};$$

$$W = 1.22 \left( g \frac{\gamma_w - \gamma_o}{\gamma_w} \right)^{0.5} d^{0.5}. \quad (1)$$

Здесь  $g$  – ускорение тяжести;  $\gamma_w, \gamma_o$  – плотность морской воды и нефти;  $v_w$  – кинематическая вязкость воды;  $d$  – эффективный диаметр капли нефти.

Первое из выражений в (1) применимо для капель  $d < 2.2$  мм, а второе – к более крупным.

В процессе всплытия нефтяные капли сначала образуют тонкий жгут, а затем рассеиваются турбулентностью морской среды в вертикальном и горизонтальном направлении и сносятся от места образования течением, формируя поднимающийся к поверхности моря шлейф. Размеры этого шлейфа можно оценить, рассматривая диффузию капель нефти как активной (всплывающей) примеси [6].

Решение полуэмпирического уравнения турбулентной диффузии с граничным условием поглощения примеси на поверхности моря (всплывшая на поверхность нефть обратно в водную среду не возвращается) имеет следующий

вид:

$$c_0(x, y, z) = \frac{Q_h}{4\pi\sqrt{K_x K_z}x} \cdot \exp\left(-\frac{y^2 V}{4K_x x}\right) \cdot \left\{ \exp\left[-\frac{(z - w_0 x/V)^2 V}{4K_z x}\right] - \exp\left[-\frac{(2H_0 - z - w_0 x/V)^2 V}{4K_z x}\right] \right\}, \quad (2)$$

где  $x, y, z$  – прямоугольная система координат с началом в источнике нефти и с совпадающей с вектором скорости течения  $V$  осью  $x$ ;  $c_0$  – концентрация нефти;  $Q_h$  – интенсивность утечки;  $K_x, K_z$  – коэффициенты диффузии в горизонтальном и вертикальном направлении;  $w_0$  – скорость всплытия капель;  $H_0$  – глубина моря.

Если в качестве концентрации  $c_0$  задать некоторую конкретную величину, например, чувствительность детектора нефти (или ПДК), то, решая выражение (2) относительно координат, можно найти пространственную конфигурацию шлейфа нефтяных капель.

Пример расчетов по этой формуле показан на рис. 1 (вид шлейфа нефтяных капель сверху и в вертикальной плоскости). Расчеты выполнены для утечки из трубопровода, проложенного на глубине 20 м, интенсивность утечки – 0.315 л/с из свища диаметром 5 мм. Капли нефти всплывают со скоростью 9.5 см/с, скорость дрейфового течения – 0.18 м/с. Представленные результаты показывают, что в рассмотренном примере протяженность шлейфа составляет около 37 м, максимальный горизонтальный размер – примерно 9 м, а максимальный вертикальный размер шлейфа – ок. 5 м.

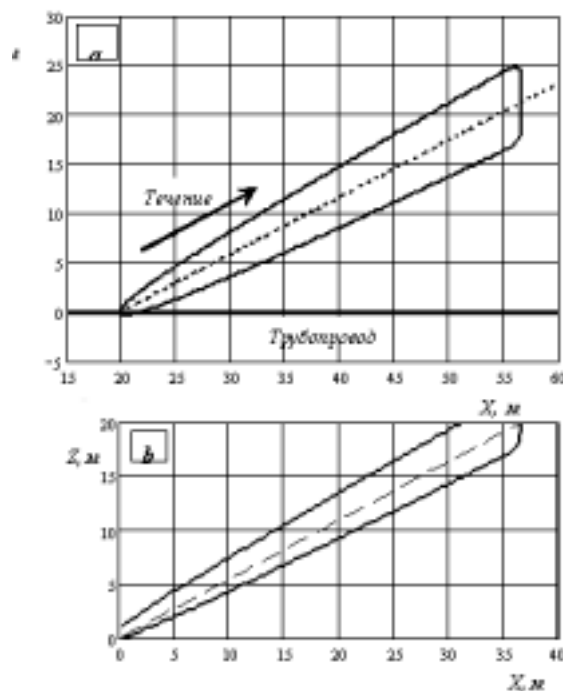


Рис. 1. Шлейф нефтяных капель, всплывающих из свища на трубопроводе: а – вид сверху; б – вид в вертикальной плоскости

Нефть представляет собой смесь большого числа разнообразных углеводородов и минеральных веществ, которые могут растворяться в воде. Растворимость углеводородов в воде уменьшается с увеличением количества атомов углеводорода в молекуле, одновременно увеличивается их удельный вес. Поэтому растворение углеводородов должно сопровождаться увеличением плотности остающейся нефти. В применении к образующимся при утечках каплям нефти это позволяет считать, что после растворения легких фрак-



ций нефти остающаяся часть капли прекратит всплытие и начнет дрейфовать с течением на достигнутом в процессе всплытия горизонте. Дальнейшее растворение увеличивает плотность нефти, и, когда она превысит плотность морской воды, остатки нефтяных капель осядут на дно. Именно этим процессом – осаждением остатков нефти на дно, как известно [7], завершается самоликвидация разливов нефти на поверхности моря.

Таким образом, приведенные материалы исследований показывают, что формирующиеся при утечках нефти из донных трубопроводов шлейфы нефтяных капель являются устойчивым образованием, которое может поэтому быть объектом для обнаружения оптическими средствами. Предложенные модели процессов всплытия и растворения нефтяных капель и образования всплывающего к поверхности моря шлейфа могут использоваться для оценки необходимых параметров для выбора характеристик оптической аппаратуры для обнаружения утечек нефти.

## 2. ОЦЕНКА ВИДИМОСТИ В МОРСКОЙ ВОДЕ НЕФТЯНЫХ КАПЕЛЬ, ВЫТЕКАЮЩИХ ИЗ СВИЩЕЙ В СТЕНКАХ ПОДВОДНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

В данном разделе рассмотрим задачу по определению возможности наблюдения нефтяных капель, находящихся в толще воды, с помощью TV-систем с лазерной подсветкой и TV-систем, работающих при естественном освещении. Нефтяные капли в зависимости от диаметра свища, перепада давления, скорости всплытия и скорости течения могут образовывать объекты в виде сплошного жгута, жгута, в котором расстояние между каплями значительно превышает размер капель и, наконец, на относительно большом расстоянии от трубопровода в виде сплошных нефтяных пятен значительного размера. Эти три типа «объектов» и будут рассматриваться далее.

Размер капель  $d$  может меняться от 2 до 10 мм. Мы будем вести расчеты для  $d = 5$  мм. Этот размер примерно соответствует границе между первым и вторым «объектами», т.е. когда поток капель превращается в сплошную струю. Отметим сразу, что дальность видимости первого и второго «объектов», независимо от размера капель (до 10 мм) и расстояния между ними, примерно одинаково. Расчет дальности видимости трех обозначенных «объектов» будет проводиться для двух типичных водных сред: мутной воды, характерной для мелководных районов и чистой воды, характерной для глубоководных участков моря.

### 2.1. ПАРАМЕТРЫ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИСТЕМ

В качестве TV-системы с лазерной подсветкой будем использовать для расчета телевизионную систему с отсечкой помехи обратного рассеяния, разработанную НИИТ и описанную ниже, в разд.3. Эта система имеет следующие параметры:

- Средняя мощность излучателя  $P_0 = 8$  Вт;
- Частота повторения импульсов (совпадает с кадровой частотой TV-системы) – 100 Гц;
- Длина волны излучения  $\lambda = 532$  нм;
- Диаметр входного зрачка объектива («Юпитер-365», 3,5/250)  $D = 80$  мм;
- Угол зрения приемника (совпадает с углом расхождения излучателя)  $2\beta = 60^\circ$ ;
- Число элементов разложения в TV-системе  $N = 600$  г 600 (600 элементов в строке);
- Чувствительность фотодетектора  $\eta = 0,045$  А/Вт (что соответствует в области спектра 550 нм примерно 100 мкА/лм или квантовому выходу  $\gg 0,1$ );

Длительность кадра  $T = 0,04$  с.

Энергия импульса – 80 мДж;

Длительность импульса – 10 – 15 нс;

Для TV-системы, работающей при естественном освещении, принимаем стандартную TV-систему, для которой заданы пороговые значения освещенности фотодетектора ( $E_{\text{пор}} = 10^{-4}$  лк). Контрастная чувствительность  $K_{\text{пор}} = 2\%$  и относительное отверстие объектива  $D/f = 1:2$ .

### 2.2. МАЛОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МОРСКОЙ ВОДЫ

Основные оптические параметры воды, которыми определяется дальность видимости в воде, следующие [8]:

- показатель поглощения  $a$ , 1/м;
- показатель рассеяния  $b$ , 1/м;
- показатель ослабления  $c = a + b$ , 1/м;
- вероятность выживания фотона  $w = b / c$ ;
- вероятность обратного рассеяния  $\tilde{b}_b$ ;
- дисперсия угла рассеяния  $\overline{\theta^2}$ ;
- параметр Долина индикатрисы рассеяния  $q$ .

(Параметры  $w$ ,  $\tilde{b}_b$ ,  $\overline{\theta^2}$  и  $q$  – безразмерны).

Наиболее известной и легко измеряемой величиной, характеризующей прозрачность морской воды, является глубина видимости диска Секки  $z_g$ , распределение которой в Мировом океане показано в монографии [9]. Используя новую теорию диска Секки [10], можно найти связь между  $z_g$  и показателем  $c$  в области 530–550 нм. В соответствии с малопараметрической моделью, предложенной в работе [11], соотношения между  $C$  (550 нм) и другими параметрами воды, необходимыми для расчета видимости, в этой же области спектра имеют вид

$$b = 0.944c - 0.048; \quad (3)$$

$$\omega_0 = 0.944 - 0.048 / c; \quad (4)$$

$$\tilde{b}_b = 0.018 / \omega_0 \quad (5)$$

для вод типа «Case 2» (по классификации Мореля [9]), к которым относится большинство прибрежных вод;

$$\tilde{b}_b = 0.0183 / \omega_0 - 0.0094 \quad (6)$$

для вод «Case 1», к которым относится большинство чистых океанских вод;

$$\overline{\theta^2} = 0.7656\tilde{b}_b + 0.021; \quad (7)$$

$$q = \sqrt{2 / \overline{\theta^2}}. \quad (8)$$

Будем вести расчет для двух вод: «мутной» с  $z_g = 3$  м и чистой  $z_g = 25$  м. Для этих двух вод оптические параметры, необходимые для расчета видимости, рассчитанные по формулам модели диска Секки из [10] и соотношениям (3)–(8), представлены в табл.2.

### 2.3. ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ВИДИМОСТИ В ВОДЕ

**2.3.1. TV-система с лазерной подсветкой для визуализации нефтяных загрязнений в толще морской среды.** Мощности в изображении от наблюдаемого подводного

объекта и от «подложки», на которой находится объект (в данном случае толща воды):

$$P_{об} = A \frac{e^{-2aL}}{L^2} F; \quad (9)$$

$$P_{пл} = P_{об} \frac{R}{R_{об}} \frac{(1-F)}{F}, \quad (10)$$

$$\text{где } A = \frac{P_0 D^2 R_{об}}{4N}; \quad (11)$$

$L$  – расстояние наблюдения;  $R_{об}$  и  $R$  – коэффициенты отражения объекта и подложки (толщи воды).

Мощность в изображении, создаваемая светом, рассеянным вперед и образующим в изображении паразитный «фон»:

$$P_{\phi} = y P_{об}, \quad y = A_{\phi} \frac{e^{bL}}{bL^3}, \quad A_{\phi} = \frac{3d^2}{4\theta^2}. \quad (12)$$

Контраст в изображении

$$K = \frac{P_{об} - P_{\phi}}{2P_{пл} + P_{об} + P_{\phi}}. \quad (13)$$

Отношение сигнал/шум в изображении

$$\Psi = A_{\psi} K \sqrt{P_{об} + P_{пл} + P_{\phi}}, \quad (14)$$

$$\text{где } A_{\psi} = \sqrt{\frac{2T\eta}{e_s}} \quad (e_s = 1.9 \cdot 10^{-19} \text{ кул} - \text{заряд электрона}). \quad (15)$$

В формулы (9)–(15) входит параметр  $F$  – интеграл от функции рассеяния системы наблюдения в воде по поверхности наблюдаемого объекта, введенный Л.С. Долиным. Значения этого параметра для круглого объекта в зависимости от оптической глубины  $bL$  и безразмерного радиуса объекта  $qd/2$  приведены в таблицах монографии [8].

Асимптотические значения этого параметра для очень малых объектов ( $d \rightarrow 0$ )

$$F = e^{-bL}, \quad (16)$$

а для больших (угловой размер более  $20^\circ$ )  $F = 1$ .

Для расчета видимости протяженного объекта параметр  $F$  должен быть заменен на  $F^*$ , выражаемый через  $F$  как:

$$F^*(bL, qd) = \frac{d}{\pi} \int_0^\infty \frac{F(bL, q\sqrt{(0.5d)^2 + x^2}}{(0.5d)^2 + x^2} dx \quad (17)$$

и определяемый численным интегрированием.

Формулы (3)–(14), строго говоря, относятся к случаям наблюдения первого и второго объектов («жгута»).

При расчете третьего случая (большого сплошного пятна) в них следует положить  $P_{\phi} = 0$ ,  $F = 1$  в формуле (9) и  $(1-F)/F = 1$  в формуле (10), а вместо (13)

$$K = \frac{P_{пл} - P_{об}}{P_{пл} + P_{об}}. \quad (18)$$

**2.3.2. TV-система для визуализации нефтяных загрязнений в толще морской среды, работающая при естественном освещении.** Освещенность фотокатода в такой системе определяется соотношением

$$E_{\phi k} = \frac{1}{4} E_0 \exp(-\gamma h) R(D/f)^2, \quad (19)$$

где  $E_0$  – подповерхностная естественная освещенность;

$$\gamma = a + 2b\tilde{b}_b \quad (20)$$

– показатель «вертикального ослабления» света в воде;  $h$  – глубина погружения системы;  $R$  – коэффициент яркости воды, а контраст изображения

$$K = \frac{e^{-2aL} F R_{об} (1-y)}{e^{-2aL} F R_{об} (1+y) \pm 2R}. \quad (21)$$

(В формуле (21) «плюс» соответствует случаю, когда объект ярче фона, «минус» – наоборот, когда фон ярче объекта). При расчете видимости третьего объекта – больших сплошных пятен нефти – следует положить в (21)  $y = 0$  и  $F = 1$ .

Коэффициенты яркости воды  $R$ , входящие в расчетные формулы для обеих систем, могут быть рассчитаны по соотношению, полученному и подтвержденному расчетом методом Монте-Карло в [14]:

$$R = 0.275 \frac{b\tilde{b}_b}{a + b\tilde{b}_b} \quad (22)$$

Для двух типов вод, оптические характеристики которых приведены в табл.1, значения  $R = 0,05$  для «мутной» воды и  $R = 0,01$  для чистой.

Поскольку коэффициент отражения нефти в среднем составляет  $R_{об} = 0,04$  [15], видно, что при наблюдении в мутной воде вода ярче нефти, а в чистой, наоборот, нефть ярче воды. Это означает, что в некоторых условиях при наблюдении в мутной воде коэффициенты отражения нефти и воды могут совпадать, контраст окажется нулевым и нефть будет не видна на любом расстоянии. В этом случае следует использовать спектрофлуоресцентные методы обнаружения нефти (см. разд.3).

## 2.4. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

В табл. 3 приведены результаты расчетов по (9)–(18) зависимости отношения сигнал/шум  $\Psi$  от дальности наблюдения при искусственном освещении. Если считать пороговой дальностью видимости величину  $L$ , для которой  $\Psi \cong 5$ , то предельная дальность видимости наблюдения жгута  $L_{np} \approx 2,5$  м в мутной воде и  $L_{np} \approx 20$  м в чистой воде. Для пятна предельные дальности видимости  $L_{np} \approx 14$  м в мутной воде и  $L_{np} \approx 45$  в чистой воде.

В табл. 4 приведены результаты расчета по формуле (21) контраста при наблюдении при естественном освещении (предполагается, что освещенность фотодетектора  $E_{\phi k} > 10^{-4}$  лк). Пороговая дальность видимости в этом случае определяется как величина  $L$ , при которой  $K = 0,02$ . Тогда при естественном освещении предельная дальность наблюдения жгута  $L_{np} \approx 1,5$  м в мутной воде и  $L_{np} \approx 18$  м в чистой воде. Для пятна предельная дальность видимости  $L_{np} \approx 9$  м в мутной воде и  $L_{np} \approx 40$  м в чистой воде.

Глубина погружения TV-системы, при которой возможно наблюдение при естественном освещении ( $E_{\phi k} > 10^{-4}$  лк)



Оптические характеристики воды

| № | $Z_0$<br>(м) | $C$<br>(1/м) | $\omega$ | $b$<br>(1/м) | $a$  | $\tilde{b}_b$ | $\overline{\theta^2}$ | $q$ |
|---|--------------|--------------|----------|--------------|------|---------------|-----------------------|-----|
| 1 | 3            | 2            | 0.92     | 1.84         | 0.16 | 0.02          | 0.36                  | 7.4 |
| 2 | 25           | 0.2          | 0.7      | 0.14         | 0.06 | 0.017         | 0.34                  | 7.7 |

Таблица 3

Отношение сигнал/шум в лазерной TV-системе для двух объектов наблюдения

| $L$ , м | Чистая вода<br>( $Z_b = 25$ м) |       | $L$ , м | Мутная вода<br>( $Z_b = 3$ м) |       |
|---------|--------------------------------|-------|---------|-------------------------------|-------|
|         | Жгут                           | Пятно |         | Жгут                          | Пятно |
| 10      | 80                             | 200   | 1       | 400                           | 640   |
| 20      | 5,6                            | 56    | 2       | 24                            | 280   |
| 30      | 0.4                            | 20    | 3       | 2.4                           | 160   |
| 40      | 0.04                           | 8     | 4       | 0.2                           | 100   |
| 50      |                                | 3.6   | 5       |                               | 68    |
| 60      |                                |       | 6       |                               | 48    |
| 70      |                                |       | 7       |                               | 36    |
| 80      |                                |       | 8       |                               | 28    |
| 90      |                                |       | 9       |                               | 20    |
| 100     |                                |       | 10      |                               | 16    |
| 150     |                                |       | 15      |                               | 4     |

Таблица 4

Контраст изображения при достаточной освещенности фотокатода в TV-системе, работающем при естественном освещении, для двух объектов наблюдения

| $L$ , м | Чистая вода<br>( $Z_b = 25$ м) |       | $L$ , м | Мутная вода<br>( $Z_b = 3$ м) |       |
|---------|--------------------------------|-------|---------|-------------------------------|-------|
|         | Жгут                           | Пятно |         | Жгут                          | Пятно |
| 10      | 0.13                           | 0.38  | 1       | 0.46                          | 0.4   |
| 20      | 0.01                           | 0.15  | 2       | 0.005                         | 0.27  |
| 30      | 0.001                          | 0.05  | 3       |                               | 0.18  |
| 40      |                                | 0.016 | 4       |                               | 0.12  |
| 50      |                                |       | 5       |                               | 0.08  |
| 60      |                                |       | 6       |                               | 0.06  |
| 70      |                                |       | 7       |                               | 0.04  |
| 80      |                                |       | 8       |                               | 0.03  |
| 90      |                                |       | 9       |                               | 0.02  |
| 100     |                                |       | 10      |                               | 0.016 |

может быть определена из уравнения (19) если решить его относительно

$$h = -\frac{1}{\gamma} \ln \frac{4E_{фк}}{E_0 R(D/f)^2} \quad (23)$$

В дневное время ( $E_0 = 50000$  лк) для двух вод, характеристики которых указаны в табл.2, эти глубины составляют  $h = 90$  м и  $h = 210$  м.

### 3. О ВОЗМОЖНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК НЕФТИ СПЕКТРОФЛЮОРЕСЦЕНТНЫМ МЕТОДОМ

Спектрофлюоресцентный метод обнаружения загрязнения морской поверхности нефтепродуктами исследован достаточно хорошо и успешно применяется на практике. Возможность применения этого метода для обнаружения утечек нефти из трубопроводов, находящихся в толще воды, исследована гораздо слабее. По-видимому, для этого целесообразно использовать спектрофлюоресцентный метод в сочетании с описанным выше телевизионным методом, что должно повысить вероятность обнаружения. Среди преимуществ спектрофлюоресцентной методики наиболее существенная – возможность определения типа нефтепродукта и, таким образом, идентификация загрязнений морской толщи утечками из трубопроводов и из других источников. Такая возможность может быть реализована, если известны оптические характеристики нефтепродуктов, транспортируемых нефтепроводом. Как известно, эти характеристики таковы: длина волны, соответствующая максимуму спектра излучения флюоресценции; коэффициент флюоресценции, определяемый как отношение мощности излучения флюоресценции в фиксированном спектральном интервале к мощности излучения, возбуждающего флюоресценцию; время затухания флюоресценции. Помимо перечисленных характеристик для расчета параметров подводной спектрофлюоресцентной системы необходимо знание спектров показателей преломления и поглощения тех же нефтепродуктов, а также гидрооптических характеристик, в том числе для ультрафиолетовой части спектра, для тех акваторий, где предполагается функционирование оптической системы контроля. Нам известен единственный цикл работ [16], в которых одновременно измерялись оптические характеристики для одних и тех же образцов нефти Канибадамского месторождения (всего несколько десятков образцов). Эти характеристики оказались вполне типичными для различных нефтепродуктов и могут быть использованы для расчета параметров оптических систем обнаружения нефтяных загрязнений.

Можно представить себе спектрофлюоресцентные системы двух типов. В первой получается изображение нефтяных капель или образований другой формы, флюоресцирующих при подсветке ультрафиолетовым излучением; для расчета параметров такой системы и оценки качества получаемых изображений должна быть модифицирована схема расчета, описанная в разд.2, с учетом того, что в этом случае нет необходимости учета фона, определяемого упругим рассеянием излучения подсветки. Вторая система – обычного типа, в которой регистрируется интегральный поток излучения флюоресценции всех нефтяных капель, попадающих в поле зрения флуориметра, в этом случае возможно использование фотоумножителей в качестве фотоприемников, что повышает чувствительность системы и увеличивает вероятность обнаружения утечек.

TV-система НИИТ с лазерной подсветкой (рис.2) предназначена для поиска, обнаружения и идентификации подводных объектов и состоит из двух основных частей – заборного модуля и модуля управления.

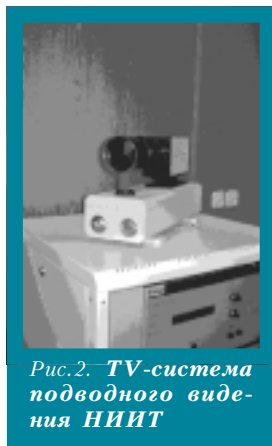


Рис.2. TV-система подводного видения НИИТ

Работа системы основана на создании режима пространственно-временной селекции объектов. Такой режим обеспечивается при синхронной работе лазерного импульсного источника подсветки объекта короткими импульсами света (10 нс) и стробируемой высокочувствительной цифровой ТВ камеры (ТВК), расположенными в заборном модуле. Фазирование ТВК и лазерного осветителя осуществляется с помощью синхронизирующего импульса, поступающего от лазерного осветителя на ТВК. Затвор ЭОП ТВК открывается на время прохождения

импульса света, отраженного от объекта. Регулируя время задержки момента открытия затвора ТВК можно получать изображения от объектов на различном расстоянии от ТВК. Увеличение дальности наблюдения системы происходит за счет отсечки светового потока, отраженного от толщ воды (помеха обратного рассеяния), так как во время прохождения этого потока ТВК затвор ТВК закрыт. С выхода цифровой ТВК сигнал, несущий видеoinформацию поступает по кабелю в модуль управления.

Средства регистрации видеoinформации и управления режимом работы лазерного осветителя и ТВК, располагаемые в модуле управления, строятся с использованием ПЭВМ. Для наблюдения изображений используется монитор ПЭВМ. Машинный комплекс применяется также для определения пространственных координат наблюдаемых объектов.

TV-система с лазерной подсветкой относится к четвертому поколению аппаратуры и выполнена в виде устройств оригинальной конструкции.

## 5. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

При наблюдении в мутной воде дальность видимости жгута очень мала (около 2 м) как при искусственном, так и при естественном освещении. Дальность видимости пятна нефти значительно больше (около 9–14 м). Однако следует иметь в виду, что при относительно небольшом изменении мутности коэффициент отражения воды может оказаться равным коэффициенту отражения нефти, и тогда контраст будет равен нулю на любом расстоянии. Поэтому для наблюдения в мутных водах лучше применять спектрофлуоресцентные методы обнаружения нефти.

При наблюдении в чистой воде дальность видимости жгута составляет 18–20 м, а пятна – 40–45 м. Таким образом, телевизионное наблюдение в относительно чистой воде (прозрачность по диску более 10 м) может быть использовано для обнаружения как капель, так и сплошных пятен нефти.

Работа выполнена в рамках грантов РФФИ 03-05-39006 ГФЕН (СПбГМТУ РФ и Дальневосточный университет КНР) и 04-05-65133.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Патин С.А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. – М.: ВНИРО, 1997. – 530 с.
2. Алиев Н.А. Предотвращение загрязнения моря при разработках морских нефтегазовых месторождений. – М.: Недра, 1981. – 457 с.
3. Аleshин И.В. Охрана окружающей среды при освоении природных ресурсов Мирового океана: Учеб. пособие. – СПб.: Изд. Центр СПбГМТУ, 2005. – 95 с.
4. Аleshин И.В., Яковлев В.А. Современные информационно-оптические технологии оперативного контроля экологического состояния морской среды // Морской Вестник. – 2003. – №3. – С.83-87
5. Гончаров В.К., Лысков В.Г. Исследование особенностей распространения нефти в морской среде и условий ее всплытия на поверхность // Океанология. – 1993. – Т.33. – С.856-862
6. Jing Wang, Goncharov Vadim K., Klementieva Natalia Yu., Zhijun Li. Assessment of Oil Pollution as Consequences of the Oil Leaks from Seabed Pipeline in the Bohai Sea // Proceeding of the Twenty-eight Arctic and Marine Oil Spill Program (AMOP). Technical Seminar. Calgary, Canada. – June 2005. – Vol. 2. – P. 939-948.
7. Кормак Д. Борьба с загрязнением моря нефтью и химическими веществами. – М.: Транспорт, 1989. – 366 с.
8. Долин Л.С., Левин И.М. Справочник по теории подводного видения. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 450 с.
9. Оптика океана / Под ред. А.С. Монина. – М.: Наука. – Т.21. – с. 983.
10. Levin I.M. Back to the Secchi depth theory: when, why and how can it be used? // Proc. of the II International Conference «Current problems in Optics of Natural Waters» (ONW'2003), I. Levin and G.Gilbert (Editors), – St.Petersburg. – P. 231-240, 2003.
11. Levin I.M. Relations between the seawater optical properties at 550 nm: estimate of its accuracy and extension to «Case 1» waters. – Proceedings of the III International Conference «Current Problems in Optics of Natural Waters» (ONW'2005), I. Levin and G. Gilbert (Editors). – St. Petersburg. – 2005. – P. 158-163.
12. Dolin L.S., Levin I.M. Optics, Underwater. –In: Encyclopedia of Applied Physics, vol. 12, VCH-publ. New York, p. 571-601, 1995.
13. Dolin L.S., Levin I.M. Underwater optics. –In: «The Optics Encyclopedia», Wiley-VCH publ., Weinheim. 2004, vol.5, p. 3237-3271,
14. Левин И.М. Коэффициент яркости моря: оценка точности квазиднократного приближения // Океанология. – 1998. – Т.38. – №6. – С.946-949.
15. Гуревич И.Я., Шифрин К.С. Отражение видимого и ИК-излучения нефтяными пленками на море. – В сб.: Оптические методы изучения океанов и внутренних водоемов. – Новосибирск.: Наука. – 1979. – С.166-183.
16. Альперович Л.И. и др. Изучение разброса и кинетики оптических констант и характеристик люминесценции нефтепродуктов. – Отчет по теме «Океан», Таджикский госуд. ун-т им. В.И. Ленина, г. Душанбе, 1980. ■



**1** апреля 2006 г. исполнилось бы 70 лет талантливому ученому-корабелу, ведущему научному сотруднику 1 ЦНИИ МО РФ, доктору технических наук, профессору, лауреату премии Правительства России Юрию Валентиновичу Головешкину.

В 1954 г., окончив с серебряной медалью школу, он поступил на кораблестроительный факультет ВВМИОЛУ им. Ф.Э. Дзержинского. Свою службу он начал на Тихоокеанском флоте, но здоровье не позволило ему продолжить ее.

В 1961 г. Юрий Валентинович был принят в 1 ЦНИИ МО РФ. Первая же самостоятельная научно-исследовательская работа стала основой для его кандидатской диссертации. В 1986 г. Ю.В. Головешкин защитил уже докторскую диссертацию. Методы расчета напряженно-деформированного состояния, предложенный им в этой работе, позволяли без громоздких вычислительных программ, чисто аналитически с помощью конформных отображений представить сложное напряженное состояние в виде единого поля.

Под его непосредственным руководством с помощью этого же метода была решена проблема учета внешних нагрузок при слеминге кораблей со сложной формой носовой оконечности (наличие большого бульба и развалы бортов). Это позволило объяснить причину появления повреждений корпусных конструкций при слеминге и разработать мероприятия по их предупреждению.

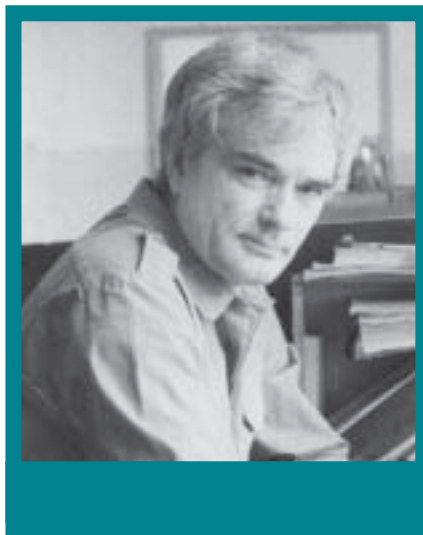
В области исследования характеристик трещиностойкости был сделан целый ряд обобщений, позволивших выявить закономерности изменения механических и физических свойств металлических материалов на разной основе, определить оптимальное состояние материалов, сочетающее в себе высокую вязкость и достаточный запас прочности. Были сформулированы требования, повышающие трещиностойкость как корпусных материалов, так и конструкций из них.

Внедрение вычислительной техники в научные исследования продвинуло понимание процессов зарождения и распространения разрушения. Было сформулировано новое понятие — «состояние предразрушения», характеризующееся целым рядом признаков, таких, как: усложнение напряженно-деформированного состояния; концентрация разрушения в слабом звене; сток энергии, накопленной в теле в слабое звено.

Целый ряд работ Ю.В. Головешкина был посвящен исследованию особенностей разрушения тонкостенных конструкций, входящих составными частями в ту или иную пространственную систему: корпус корабля, трубопровод, резервуар и т.д. Разрушение таких

# К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРА Ю.В. ГОЛОВЕШКИНА

*Н.И. Тулузкова, канд. техн. наук*



конструкций происходит под углом, близким к 40–50° по отношению к продольной оси, а линия выхода плоскости разрыва на поверхность близка к перпендикуляру к оси действия растягивающей нагрузки. Изменение площадей отрыва по сравнению с гипотетическими, используемыми на основе гипотез теории упругости и пластичности, может привести к уменьшению расчетных разрушающих напряжений.

Много внимания было уделено проблемам разрушения корпуса корабля, обусловленного потерей устойчивости конструкций, подверженных воздействию наибольших сжимающих напряжений (палубных перекрытий, верхних поясков борта и т.д.). Анализ состояния конструкций, разрушившихся от потери устойчивости, свидетельствовал о том, что первичной была не потеря устойчивости, а отрыв набора от обшивки, потеря устойчивости — второй этап разрушения. Это позволило сделать важный вывод: в сложных конструкциях с пересечениями связей, расположенных в разных плоскостях, по главным осям тензора напряжений в зоне предразрушения возникает объемное напряженное состояние, которое характеризуется возникновением растягивающих напряжений. Вследствие этого возможно возникновение первичного разрушения отрывом стенки жесткой связи от обшивки с последующей потерей устойчивости расслоенной конструкции.

Отсюда напрашивается вывод, что для получения более точного представления о разрушении сложных пространственных конструкций недостаточно испытаний обычных стандартных образцов, необходимы испытания тонкостенных конструкций, в которых изначально возникает сложное напряженное состояние.

Благодаря спонсорской помощи Северного проектно-конструкторского бюро увидели свет такие монографии, как «Методы теории тонких оболочек в строительной механике подводного корабля», «Трещиностойкость корпуса корабля», «Третья проблема строительной механики корабля. Нормирование прочности» и др.

Несмотря на большой объем теоретических исследований, Ю.В. Головешкин был активным сторонником проведения натурных испытаний. Более пяти лет он настойчиво добивался проведения мореходных испытаний, пока в 1999 г. из Калининграда не вышел полностью оснащенный для проведения таких испытаний БПК «Адмирал Чебаненко».

Чтобы упростить замеры во время испытаний, под руководством Юрия Валентиновича был создан автономный регистратор напряженного состояния «Сигма», который позволял снимать информацию о напряжениях непосредственно в месте замера, длительно хранить ее в автономном состоянии при транспортировке и переносить данные в ЭВМ для последующей обработки. Прибор был малогабаритным и удобным в использовании. Его применение позволило значительно упростить проведение испытаний и существенно сократить затраты.

Юрий Валентинович много времени уделял молодежи. Под его руководством шесть его учеников защитили кандидатские диссертации. Он охотно консультировал многих будущих докторов наук.

Ю.В. Головешкин был членом ученых советов 1 ЦНИИ МО РФ и ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, автором 13 изобретений и более 250 научных трудов. Он был генератором научных идей, многие из которых еще ждут своего претворения в жизнь. ■

**В** настоящее время в области нормирования и обеспечения прочности машин и механизмов имеет место застой, начавшийся в XX в.

Технический прогресс в машиностроении требует увеличения надежности, уменьшения металлоемкости, многофункциональности конструкций, приводящей к их усложнению, однако он заторможен устаревшими представлениями о нормировании прочности. Совершенствование норм невозможно без углубленных фундаментальных теоретических, прикладных и экспериментальных исследований, в первую очередь в области разрушения твердых тел и конструкций. Камнем преткновения является недостаточная изученность процессов статического и динамического разрушения, неопределенность оценки опасного состояния и отсюда – принципов нормирования.

Комплекс всех исследований должен быть оформлен в качестве государственной программы. Поэтапное выполнение ее позволит уже в ближайшие годы получить важные практические результаты. Однако научная общественность, за редким исключением, остается индифферентной к этой проблеме.

Механика деформируемого твердого тела, развивавшаяся в XX в. весьма интенсивно и являющаяся основой науки о прочности сооружений, исследовала в основном внутренние силы, возникающие в теле (сооружении) в зависимости от его формы, физических свойств и характера воздействия заданных нагрузок (сил) и условий. Появились новые направления на стыке с другими науками, в частности, исследования взаимодействия сооружений (конструкций) со средой (аэро-, газо-, гидроупругость). В то же время оставались недостаточными исследования, связанные с разрушением тел и конструкций. В ушедшем XX в. успехи в разработке методов исследования с использованием ЭВМ позволили решать ряд задач, ранее не поддававшихся решению. Речь идет прежде всего о задачах, направленных на определение с большой точностью внутренних сил при сложных внешних нагрузках.

Несмотря на все эти успехи, я бы сказал даже вопреки им, увлечение этим направлением исследований привело почти к забвению ряда других проблем. В частности, изучение проблемы разрушения направлено на разработку принципов нормирования прочности, которые являются проводником, связующим звеном при внедрении результатов фундаментальных исследований в практику машиностроения и создания новой техники. Фактически именно такое состояние дел и привело в большинстве областей машиностроения к застою в нормировании прочности и, как следствие, в развитии техники.

Еще раз следует подчеркнуть тривиальную истину – задачей нормирования является разработка систем и принципов, основанных на фундаментальных критериях разрушения. Без фундаментальных исследований проблемы разрушения невозможно добиться существенного прогресса в машиностроении. В конце же XX в. были сделаны лишь робкие шаги в создании теории и хрупкого и вязкого разрушения.

Решение проблемы нормирования невозможно без использования результатов исследований хотя бы двух фундаментальных проблем: во-первых, разрушения материала как такового и в составе конструкций; во-вторых – надежного определения критического (предразрушающего) состояния, выбора соответствующих критериев для нормирования.

# К ВОПРОСУ НОРМИРОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

**К.Г. Абрамян**, *д-р техн. наук, проф.,  
главный научный сотрудник ИП Маш РАН*

В ходе прикладных исследований предстоит, опираясь на результаты фундаментальных работ, разработать методы определения прочности для различного характера нагружения, найти оценки критического состояния конструкции и предложить систему нормирования.

Обратимся к некоторым положениям, современное состояние которых влияет на практическое нормирование прочности.

1. В настоящее время нормативной основой проектирования является механическая концепция разрушения, в основном исходящая из устаревших представлений о возникновении опасного состояния и разрушения по критерию опасного напряжения, определенного по результатам ошибочной (условной) обработки испытаний образцов и неверно определенного разрушающего напряжения.

При нормировании в лучшем случае используется концепция предельного состояния, которое зачастую определяется весьма приближенно. Так обстоит дело при нормировании статических и квазистатических процессов.

Важнейшим недостатком почти всех систем нормирования является использование в качестве критерия опасного состояния – напряжения, а не нагрузок. При этом ориентируются, оглядываясь на так называемое истинное разрушающее напряжение, определенное неправильно по результатам стандартных испытаний образцов.

Такое положение дел всем известно! К сожалению, не чувствуется особого желания разобраться с этим.

Попытки сделать это имели место еще в 30-е гг. прошедшего века (Н.Н. Давиденков, Н.М. Беляев, Г.В. Ужик). Тогда отмечалось, что диаграмма стандартных испытаний образцов на растяжение может быть использована лишь до момента образования шейки (у пластичных материалов), т.е. до предела прочности (временного сопротивления) и окончания равномерного удлинения. Все последующие напряжения, приведенные на диаграмме, неверны, так как определены без учета истинного объемного напряженного состояния в шейке образца. Н.Н. Давиденков предложил способ корректировки так называемого, ошибочно определенного «истинного» разрушающего напряжения для нахождения при помощи поправочного коэффициента действительного главного разрушающего напряжения.

В 50–70-х гг. XX в. к этому вопросу вернулся ряд исследователей и, в частности, Я.В. Фридман, С.В. Серенсен, И.Г. Беляков, С.А. Куркин с сотрудниками и др. Возврат к этому вопросу был связан с необходимостью уточнения расчетов прочности тонкостенных сосудов, работающих под большим давлением. Была высказана идея о необходимости оценки механических характеристик материалов при помощи испытаний методом гидравлического выпучивания, дающим более объективные результаты. Это предложение было осуществлено в МВТУ им. Н.Э. Баумана под руководством С.А. Куракина.



Данные испытания достаточно громоздки, требуют специальной установки, обработка результатов опыта трудоемка. Стандартные испытания образцов значительно проще. Однако оказалось, что главное разрушающее напряжение, полученное при испытании на гидравлическое выпучивание и действительное разрушающее напряжение (исправленное при помощи коэффициента Давиденкова «истинное» разрушающее напряжение) довольно близки. Очевидно следует напомнить, что коэффициент

$$\kappa = \frac{I}{I + \frac{r}{R}}, \quad (1)$$

где  $r$  – радиус шейки образца;  $R$  – радиус кривизны поверхности шейки.

На рис.1 приводится для иллюстрации излагаемого стандартная диаграмма  $\sigma$ – $\varepsilon$  (кривая 1) и исправленная диаграмма (кривая 2). Здесь  $\sigma_{\text{ри}}$  – так называемое истинное разрушающее напряжение,  $\sigma_{\text{рд}}$  – действительное разрушающее напряжение.

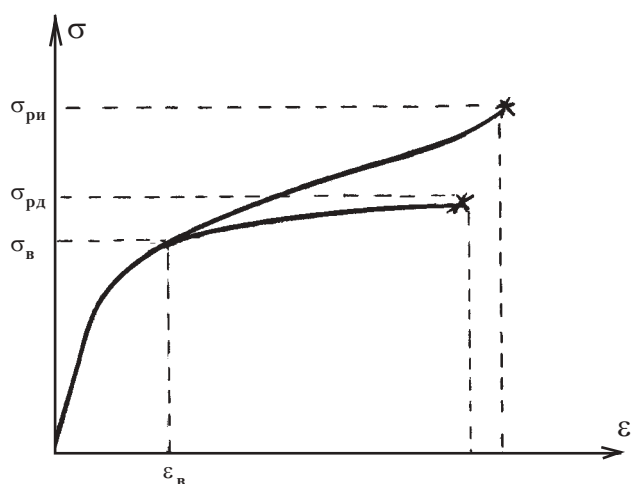


Рис.1. Стандартная диаграмма растяжения образца

К чему, к каким заблуждениям приводит оперирование так называемым «истинным» разрушающим напряжением, можно показать на классической диаграмме температурной зависимости механических характеристик металлов (рис.2). Кривые 1, 3 и 4 построены по результатам стандартных испытаний. Кривая 4 характеризует изменение предела текучести; 3 – временного сопротивления, 1 – «истинного» разрушающего напряжения. На диаграмме  $T_d$  – температура вязко-хрупкого перехода;  $T_{\text{кр}}$

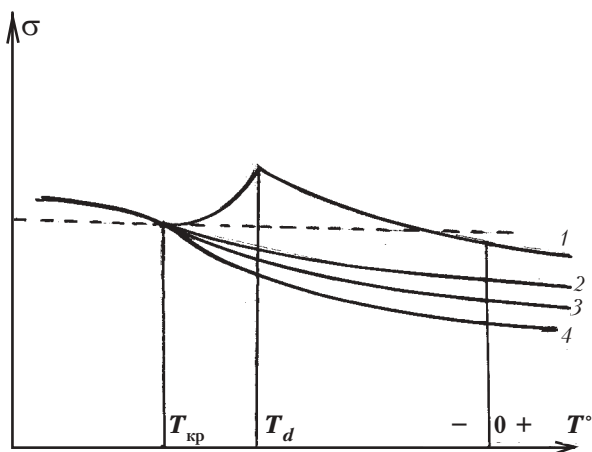


Рис.2. Диаграмма температурной зависимости механических характеристик металла

– критическая температура. При этой температуре значения предела текучести, временного сопротивления и разрушающего напряжения практически совпадают.

Так называемый классический анализ температурной диаграммы, выполненный М. Козном, В. Оуэном, Б. Авербахом и Дж. Ханом, основан на стандартной диаграмме испытания образца (кривая 1), а потому содержит ошибки. С понижением температуры происходит охрупчивание материала, особенно резко это проявляется в диапазоне температур  $T_d - T_{\text{кр}}$  ввиду резкого уменьшения относительного сужения почти до нулевого значения, что характерно для хрупкого материала. Кривая 1 в этом диапазоне также резко падает. Это трактуется как падение разрушающего напряжения. На самом деле действительное разрушающее напряжение, которое фактически и характеризует свойство материала, не падает, а растет. Оно ведет себя так же, как другие силовые механические характеристики материала. Это видно по кривой 2. Падает условное «истинное» разрушающее напряжение, которое ничего не характеризует, так как не существует. Падение этого «разрушающего напряжения» длительное время приводило исследователей к недоумению по поводу физически необъяснимого явления.

Диаграмму температурной зависимости механических характеристик следует исправить, исключив кривую 1, и заменить ее кривой 2. Тогда мы придем к правильному толкованию диаграммы. Все напряжения с понижением температуры возрастают, материал охрупчивается. В изломе не наблюдается характерных для пластичных материалов макровязких участков, имеет место наличие микротрещин со следами микропластической деформации. Происходит разрыхление. Все это развивается постепенно, более интенсивно – в диапазоне температур вязко-хрупкого перехода и критической температуры. Следует также отметить, что температурная диаграмма для хрупкого материала имеет принципиально тот же характер, что и исправленная диаграмма для вязкого. Это устраняет неверную трактовку якобы имеющегося расхождения между характером диаграмм для вязких (пластичных) и хрупких материалов.

В связи со сказанным необходимо отказаться от устаревшей привычки обработки стандартных испытаний с определением так называемого «истинного разрушающего напряжения» и узаконить определение действительного разрушающего напряжения как важнейшей механической характеристики; кроме того, необходимо более точно определять величину равномерного удлинения, являющуюся фактически основной предельной механической характеристикой материала.

Без осознания изложенного невозможно грамотно подойти к проблеме разрушения и, как следствие, проблеме нормирования.

Следующим важнейшим шагом является отрешение от чисто механической концепции разрушения и на его основе нормирования прочности, которая используется в основном в настоящее время.

В качестве ее альтернативы может быть, к примеру, предложена деформационная концепция разрушения как мера оценки разрушающей нагрузки. Говоря о деформационной концепции разрушения, основанной на деформационном критерии разрушения, мы как бы возвращаемся к одной из старейших теорий прочности (Мариотт), которая дает приемлемые результаты якобы только для хрупких материалов. На самом деле это не совсем так, ибо мы закрываем глаза на то, что оперируем не с деформациями, а с приведенными напряжениями, что не совсем одно и то же, и делать это, в принципе, нельзя. Целесообразность возвращения к деформационной концепции разрушения подтверждается рядом исследований (Н.Н. Махутов, В.П. Дегтярев, С.А. Куркин, К.Г. Абрамян и др.).

Представляет существенный интерес углубление и расширение исследований в направлении, предложенном В.В. Новожиловым, – процесса разрыхления. Исследования фундаментальные и прикладные, теоретические и экспериментальные, целенаправленные на отыскание разрушающей нагрузки и выбора критерия для ее оценки, позволят сделать решающий шаг в совершенствовании принципов нормирования по нагрузке. Это будет связующим звеном между исследованиями и технической практикой, позволяющим достичь существенного прогресса в машиностроении.

Особое место при статическом и динамическом приложении нагрузок занимает мало- и многоцикловая нагрузки. Ей должно быть уделено особое внимание. Представляется, что использование деформационной концепции и в этой области позволит прийти к новому прогрессивному результату.

2. Для динамических процессов проблема разрушения и нормирования прочности стоит еще более остро, чем для статических. Для оценки прочности и разрушения твердых тел и конструкций практически отсутствуют сколько-нибудь обоснованные критерии.

Динамика разрушения твердых тел начала более активно развиваться в последние десятилетия XX в. К сожалению, еще нельзя сказать о ее существенном продвижении. А без этого невозможна разработка фундаментальных принципов нормирования и оценочных критериев.

В настоящее время в лучшем случае при практических оценках прочности используются те же статические критерии, что, вообще говоря, является идеологическим абсурдом. Дело осложняется еще тем, что недостаточно разработаны экспериментальные методы исследования и аппарата для их проведения.

Несмотря на расширяющийся фронт фундаментальных исследований, все еще нет работ прорывного характера. В этой связи, однако, следует упомянуть о ряде работ в области динамики разрушения твердых тел – исследованиях Н.Ф. Морозова и Ю.В. Петрова.

Нельзя не отметить, что определенный тормозящий эффект на развитие как теоретических, так и экспериментальных исследований динамического разрушения оказывает увлечение откольным разрушением – специфическим и весьма частым случаем разрушения.

При рассмотрении состояния проблемы динамики разрушения складывается впечатление, что, к сожалению, от внимания современников ускользнули высказывания А.А. Гвоздева, посвященные теории предельного состояния и сформулированные им в 30-х гг. в докладе на конференции по пластическим деформациям. Доклад носил название «Определение величины разрушающей нагрузки для статически неопределимых систем» и был опубликован в трудах конференции в 1938 г.

Его положения сводились к двум теоремам.

1. Тело выдержит внешние нагрузки, если возможно поле усилий, при котором в теле нигде не нарушаются условия равновесия и условия прочности.

2. Тело разрушится, если поле деформаций удовлетворяет условиям совместности, при котором мощность внешних сил больше мощности внутренних сил. При этом скорость изменения мощности внутренних сил должна быть всюду неотрицательной.

Эти теоремы были доказаны в 1947 и 1948 гг. А.А. Макаровым и С.М. Фейнбергом.

Особо хочется подчеркнуть значимость второй теоремы для изучения процесса динамического разрушения. Фактически А.А. Гвоздев наметил путь к решению динамического разрушения: мощность внешних сил должна превзойти мощность сил, препятствующих разрушению. На мой взгляд, это основной путь, по которому должны быть направлены исследования по проблеме динамики

разрушения твердых тел и сооружений. На этом пути должны быть разработаны новые экспериментальные методы исследования, найдены критерия разрушения, наконец сформулирован, описан процесс разрушения в феномологической постановке.

Необходима разработка всеобъемлющей программы исследований затронутой проблемы с поэтапным внедрением результатов фундаментальных и прикладных работ в практику. Это позволит добиться существенного прогресса в машиностроении уже в ближайшие годы. Внедрение в практику должно осуществляться путем совершенствования систем нормирования прочности машин, механизмов и сооружений.

Представляется, что уже в настоящее время основой современной концепции нормирования прочности в машиностроении могут быть:

- определение разрушающей нагрузки в качестве основного расчетного параметра, выбор критериев для определения предразрушающего состояния, определение условий приложения нагрузки;

- статистический подход к выбору запаса прочности для определения рабочей нагрузки как части разрушающей;

- определение напряженно-деформированного состояния при рабочей нагрузке, назначение допустимого напряжения в зависимости от характера действия внешних сил;

- определение длительности безопасной гарантийной эксплуатации сооружения;

- оценка надежности всех элементов конструкции.

Затронутые вопросы представляют интерес для перспективных исследований и в то же время имеют особенно важное практическое значение сегодня – во времена жесткой конкуренции. Скорейшее практическое внедрение прогрессивного нормирования – путь к опережению конкурентов.

Хотелось бы возродить интерес специалистов к рассмотренной проблеме.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гвоздев А.А. Определение величины разрушающей нагрузки для статически неопределенных систем. – Тр. конф. по пластическим деформациям. – М.: Изд-во АН СССР, 1938.
2. Давиденков Н.Н., Спиридонова Н.И. Заводская лаборатория. – 1945. – № 6.
3. Дятлов В.П. Деформации и разрушение в высоконапряженных конструкциях. – М.: Машиностроение, 1987.
4. Куркин С.А. Прочность сварных тонкостенных сосудов, работающих под давлением. – М.: Машиностроение, 1975.
5. Марков А.А. О вариационных принципах в теории пластичности // Приклад. математика и механика. – 1947. – Т. XI. – Вып. 3.
6. Махутов Н.Н. Деформационные критерии разрушения и расчеты элементов конструкций на прочность. – М.: Машиностроение, 1981.
7. Морозов Н.Ф., Петров Ю.В. Проблемы динамики разрушения твердых тел. – СПб.: Изд. СПбГУ, 1997.
8. Фейнберг С.М. Принципы предельной напряженности // Приклад. математика и механика. – 1948. – Т. XII.
9. Абрамян К.Г. К вопросу о нормировании прочности конструкции. – СПб.: Изд. ИПМаш РАН, Препр. 108, 1994.
10. История механики (XVIII–XX вв.) – М.: Наука, 1972. ■

Известно [1, 2, 3, 4], что при эксплуатации транспортных судов в ледовых условиях меняется частотный спектр усилий, генерируемых гребными винтами, а также их интенсивность. Возрастают усилия традиционных частот первого и двойного лопастных порядков, возникают отсутствующие на чистой воде усилия высоких лопастных тройного, четвертного и т.п. порядков. Появляется ударная вибрация, являющаяся следствием взаимодействия корпуса судна со льдом, которая заполняет частотные октавы со среднегеометрическим значением частот 2 и 4 Гц. Как следствие этого, можно прогнозировать увеличение уровней ходовой вибрации в обитаемых помещениях судов по сравнению с аналогичными уровнями при их движении на чистой воде в 10–15 раз.

В процессе эксплуатационного рейса член экипажа современного транспортного судна значительную часть времени проводит, сидя в кресле или лежа в койке. В этих условиях оценка вредного воздействия повышенных уровней вибрации на организм человека должна производиться с учетом динамического взаимодействия системы палуба – кресло (койка) – человек. Однако сегодня практика мониторинга вибрационных уровней обитаемости на транспортных судах сводится в основном к контролю уровней вибрации обитаемых палуб. Такой подход был бы полностью оправдан в случае, если бы судовая мебель обеспечивала снижение уровней вибрации, передаваемых с палуб на организм человека во всех частотных октавах, регламентированных требованиями санитарных норм вибрации СН-2.5.2.048–96. Однако прямые натурные измерения показывают [1], что в ряде случаев стандартные кресла и койки, используемые на современных транспортных судах, не только не снижают вибрации, передаваемые с палуб на организм члена экипажа, но и усиливают их. В этой ситуации удовлетворение требований санитарных норм вибрации на обитаемых палубах надстроек транспортного судна отнюдь не гарантирует на нем приемлемых условий вибрационной обитаемости.

Таким образом, мы оказываемся перед выбором или вибрационной защиты судовой мебели, которая должна обеспечивать снижение вибраций, передаваемых с палуб на организм человека, или перехода на тотальный контроль вибрационных условий обитаемости по уровням вибраций, фиксируемых непосредственно на креслах и койках, нагруженных имитаторами человека. Очевидно, что первый подход предпочтителен по многим причинам, не говоря уже о том, что удовлетворение требований СН-2.5.2.048–96 по показателям уровней вибрации, фиксируемым на креслах и койках, потребовало бы существенного снижения уровней ходовой вибрации корпусов современных транспортных судов, что, в свою очередь, привело бы к значительному удорожанию строительства судов.

Целью настоящей статьи является оценка принципиальной возможности вибрационной защиты судовой мебели в наиболее виброзагруженных частотных октавах и разработка конструктивных рекомендаций, направленных на практическую реализацию виброзащиты, обеспечивающей снижение уровней вибраций, передаваемых с палуб на организм человека, сидящего в кресле или лежащего в койке.

Для достижения поставленных целей нами были выполнены комплексные расчетно-экспериментальные исследования собственных колебаний систем «человек–кресло» и «человек–койка». Расчетные исследования выполнялись

# К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНЫХ СПОСОБАХ УЛУЧШЕНИЯ ВИБРАЦИОННЫХ УСЛОВИЙ ОБИТАЕМОСТИ НА СУДАХ АКТИВНОГО ЛЕДОВОГО ПЛАВАНИЯ

**А.П. Матлах**, проф. СПбГМТУ,  
генеральный директор «НПО «Полярная звезда»

с использованием метода конечных элементов на базе программной системы «ANSYS».

В зависимости от целей и постановок задач виброзащиты человека в практических расчетах используют различные модели [5, 6, 7, 8], примеры которых приведены в табл.1, где обозначены:  $m$  – масса, кг;  $c$  – коэффициент жесткости при растяжении-сжатии, Н/м;  $b$  – коэффициент демпфирования при растяжении-сжатии, Нс/м.

В дальнейшем при рассмотрении системы «кресло–человек» использовалась модель № 2, при рассмотрении системы «койка–человек» – модель № 5. Условная модель кресла показана на рис.1.

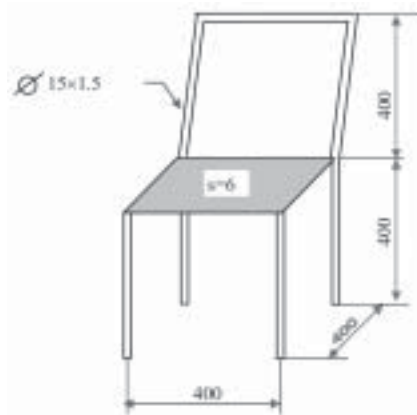


Рис.1. Модель кресла

В качестве материала ножек сиденья принята сталь. Статическая жесткость подушки сиденья варьировалась в диапазоне 1–1000 кН/м (стальная пластина толщиной 5 мм при свободном опирании имеет жесткость 200 кН/м).

Расчетная модель динамической системы «кресло–человек» показана на рис.2.

В процессе расчетных исследований были определены основные собственные частоты (см. табл.2) и соответствующие им формы вертикальных и продольных колебаний динамической системы «кресло–модель человека» (рис. 3–5).

На рис.6 представлено сопоставление собственных частот системы «кресло–тело человека», определенных при различной жесткости подушки сиденья с частотами лопастного порядка.

По результатам расчета можно сделать следующие качественные выводы:



Таблица 1  
Механические модели тела человека

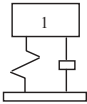
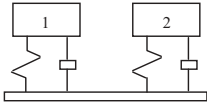
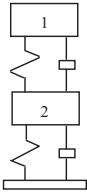
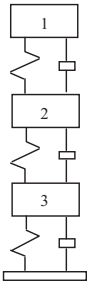
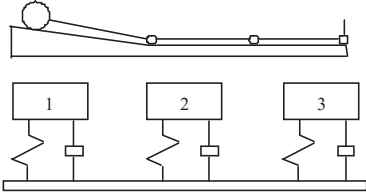
| № п.п. | Модель                                                                              | Параметр                                                                                                                                                                                  |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      |    | $m = 70;$<br>$c = 5.63 \cdot 10^4;$<br>$b = 520,3$                                                                                                                                        |
| 2      |    | $m_1 = 96;$<br>$m_2 = 6;$<br>$c_1 = 6.8 \cdot 10^4;$<br>$c_2 = 2.4 \cdot 10^4;$<br>$b_1 = 1540;$<br>$b_2 = 190$                                                                           |
| 3      |    | $m_1 = 5;$<br>$m_2 = 65;$<br>$c_{1,2} = 11.8 \cdot 10^4;$<br>$c_2 = 45.4 \cdot 10^4;$<br>$b_{1,2} = 4200;$<br>$b_2 = 9280$                                                                |
| 4      |   | $m_1 = 38;$<br>$m_2 = 16.1;$<br>$m_3 = 4.61;$<br>$c_{1,2} = 2 \cdot 10^4;$<br>$c_{2,3} = 3 \cdot 10^4;$<br>$c_3 = 2.5 \cdot 10^4;$<br>$b_{1,2} = 250;$<br>$b_{2,3} = 470;$<br>$b_3 = 370$ |
| 5      |  | $m_1 = 27;$<br>$m_2 = 42;$<br>$m_3 = 3;$<br>$c_1 = 5.8 \cdot 10^4;$<br>$c_2 = 5.1 \cdot 10^4;$<br>$c_3 = 5.3 \cdot 10^4;$<br>$b_1 = 1160;$<br>$b_2 = 1170;$<br>$b_3 = 140$                |

Таблица 2  
Частоты свободных колебаний  
системы «кресло–тело человека»

| Статическая жесткость подушки сиденья, кН/м | Частота 1-го тона вертикальных колебаний, Гц | Частота 2-го тона вертикальных колебаний, Гц | Частота 1-го тона продольных колебаний, Гц |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1                                           | 5.58                                         | 22.5                                         | 4.9                                        |
| 10                                          | 7.8                                          | 22.5                                         | 4.9                                        |
| 100                                         | 8.15                                         | 22.5                                         | 4.9                                        |
| 1000                                        | 8.3                                          | 22.5                                         | 4.9                                        |

- динамические характеристики тела человека в положении сидя (поза, наиболее важная применительно к рассматриваемой задаче) вполне могут быть адекватно описаны двухмассовой системой. Верхняя граница диапазона ее собственных частот находится в районе 22 Гц;
- варьирование статической жесткости подушки модели сиденья в выбранном диапазоне позволяет изменять частоту 1-го тона вертикальных колебаний системы примерно в 1.5 раза.



Рис. 2. Расчетная модель динамической системы

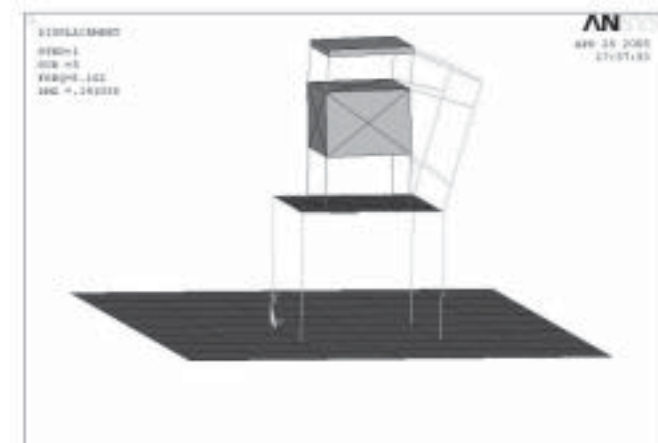


Рис. 3. Форма 1-го тона вертикальных колебаний

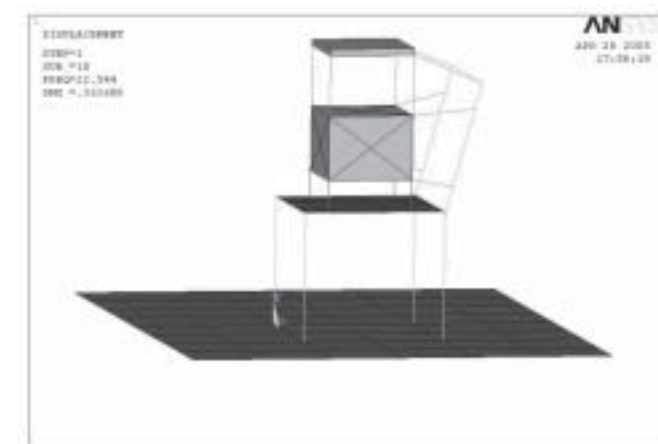


Рис. 4. Форма 2-го тона вертикальных колебаний

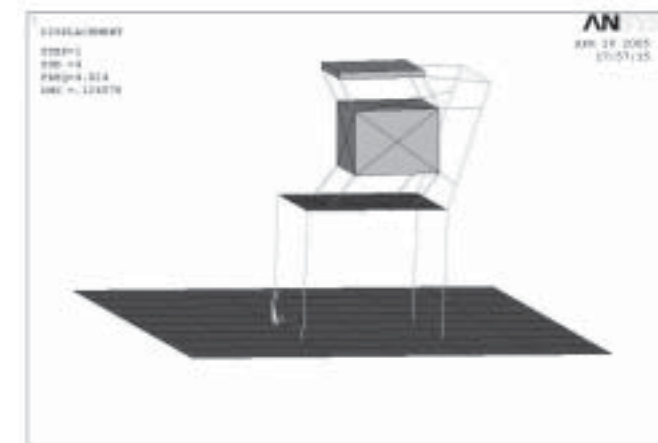


Рис. 5. Форма 1-го тона продольных колебаний

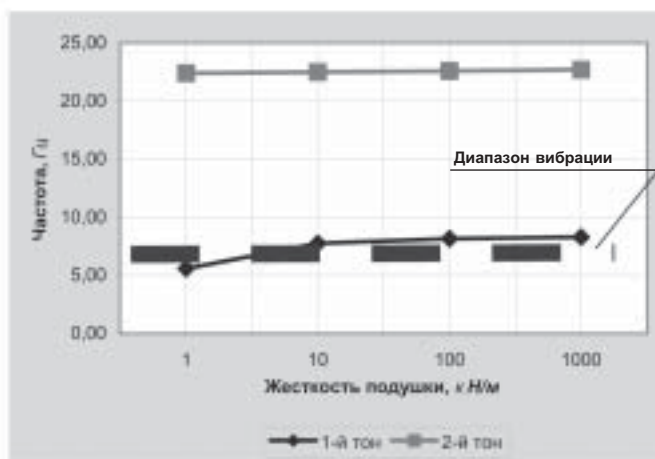


Рис. 6. Сопоставление собственных частот системы «кресло – тело человека» с частотами лопастного порядка

Полученные значения частот позволяют сделать вывод о принципиальной возможности осуществить вертикальную виброзащиту человека в наиболее виброзагруженной октаве 8 Гц за счет использования мягкого сиденья.

Экспериментальное исследование динамических характеристик системы «кресло – тело человека» проводилось в два этапа:

- исследование динамической жесткости материалов, которые можно использовать в подушках сидений;
- исследование динамических характеристик макета виброзащитного сиденья с сидящим человеком.

В качестве прокладочных материалов подушки сиденья были выбраны:

- пенополистирол толщиной  $t = 30\text{--}100$  мм;
- поролон толщиной  $t = 40\text{--}80$  мм.

Размеры образцов для испытаний составляли  $100 \times 100 \times t$  мм.

Методика определения динамической жесткости состояла в определении амплитудно-частотных характеристик образцов, нагруженных инерционной массой при синусоидальном возбуждении постоянной силой, и последующем определении динамического модуля упругости. Значения динамических модулей материалов приведены в табл.3, 4.

Таблица 3

**Значения динамического модуля упругости пенополистирола**

| Масса груза, г | Толщина образца, мм | $E$ , Па   |
|----------------|---------------------|------------|
| 765            | 33                  | $7.201E+5$ |
| 765            | 66                  | $4.983E+5$ |
| 765            | 99                  | $5.528E+5$ |
| 3000           | 33                  | $2.198E+6$ |
| 3000           | 66                  | $1.727E+6$ |
| 3000           | 99                  | $1.876E+6$ |

Таблица 4

**Значения динамического модуля упругости поролона**

| Масса груза, г | Толщина образца, мм | $E$ , Па   |
|----------------|---------------------|------------|
| 765            | 40                  | $8.42E+4$  |
| 765            | 80                  | $5.436E+4$ |
| 765            | 120                 | $7.359E+4$ |
| 250            | 40                  | $6.997E+4$ |
| 765            | 40                  | $8.42E+4$  |
| 3000           | 40                  | $3.669E+4$ |

Из полученных результатов виден ожидавшийся нелинейный характер изменения динамических характеристик образцов. Кроме того, видно, что наиболее перспективным для обеспечения виброзащиты является поролон.

Макет виброзащитного сиденья представлял собой штатный стул с помещенной на его подушке поролоновой прокладкой, толщина которой выбиралась равной 66 и 100 мм (рис.7).



Рис. 7. Макет виброзащитного сиденья

Вибрационная установка для испытаний системы «макет сиденья–тело человека» показана на рис.8.

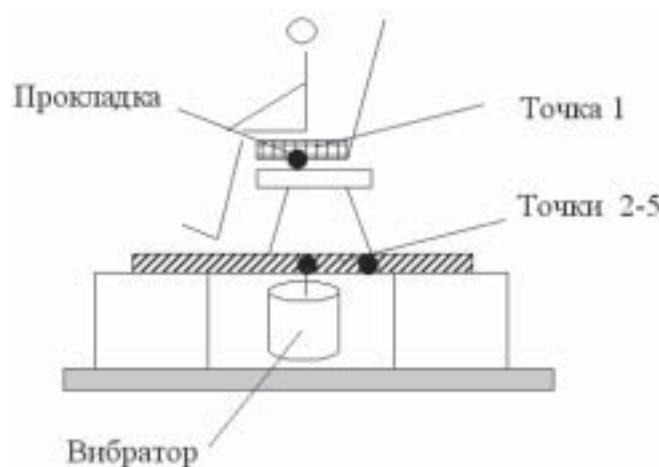


Рис.8. Схема вибродинамической установки

Испытания проводились в режиме изменения частоты возбуждения в диапазоне частот 3–40 Гц. Величина силы в процессе испытаний поддерживалась постоянной. Точки измерений вибрации расположены на плите основания рядом с ножками сиденья (точки 2–5), а также на верхней поверхности прокладки между сиденьем и телом сидящего человека (точка 1). При этом акселерометр крепился с помощью магнита к стальной пластине толщиной 3 мм.

Результаты испытаний в виде амплитудно-частотных характеристик в точках измерений приведены на рис.9–11. Из результатов испытаний можно сделать следующие основные выводы:

- уровни вертикальной вибрации на подушке штатного сиденья практически равны аналогичным уровням, замеренным на плите основания. Штатное сиденье не обеспечивает виброзащиту сидящего человека;

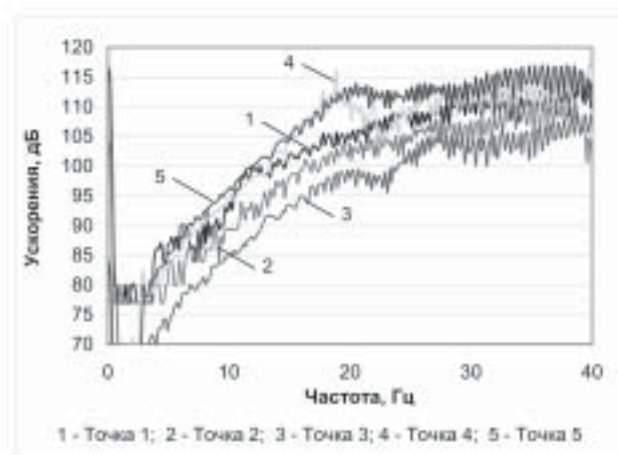


Рис.9. Уровни вибрации макета сиденья в исходном состоянии

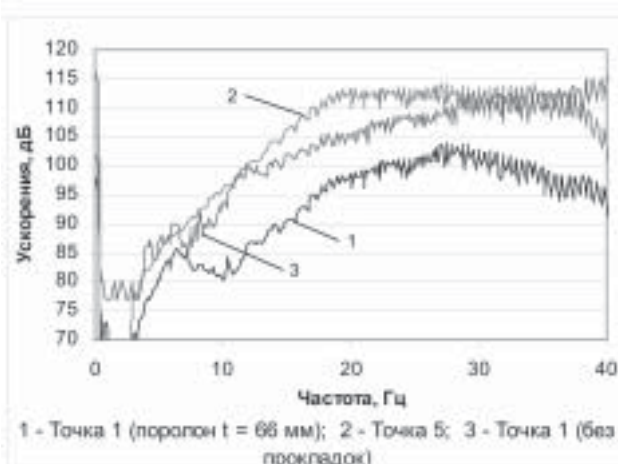


Рис.10. Уровни вибрации макета при толщине прокладки 66 мм

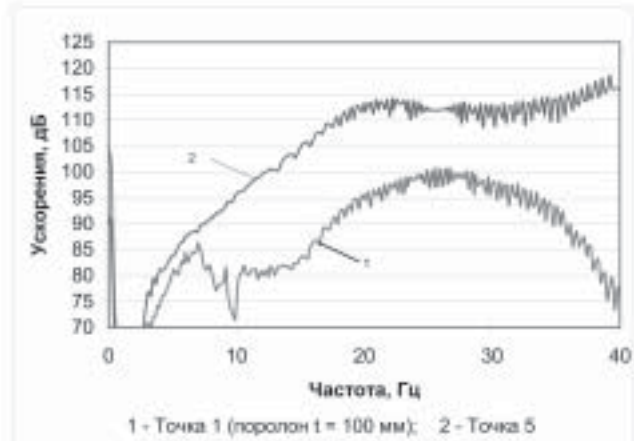


Рис.11. Уровни вибрации макета при толщине прокладки 100 мм

– уровни вертикальной вибрации на подушке сиденья с поролоновой прокладкой толщиной 66–100 мм в диапазоне частот 5–40 Гц в среднем на 10 дБ меньше уровней вибрации основания, т.е. установка на подушку сиденья дополнительной поролоновой прокладки позволяет снизить уровень вибрационного воздействия на сидящего человека в среднем на 10 дБ.

При построении расчетной модели системы «койка–тело человека» в качестве модели тела человека использовалась линейная трехмассовая система, показанная в табл.1. Условная модель койки показана на рис.12.

В качестве материала ножек и каркаса койки принята сталь. Статическая жесткость матраса сиденья варьировалась в диапазоне  $10^2$ – $10^5$  кН/м.

Расчетная модель динамической системы «койка – тело человека» представлена на рис.13. В результате расчетов определены частоты (табл.5) и формы вертикальных и продольных свободных колебаний динамической системы «штатная койка – тело человека» (рис.14–16).



Рис.12. Модель штатной койки

Таблица 5

Частоты свободных колебаний системы «койка–тело человека»

| Статическая жесткость подушки сиденья, кН/м | Частота 1-го тона, Гц | Частота 2-го тона, Гц | Частота 3-го тона, Гц |
|---------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 250                                         | 2.5                   | 3.5                   | 11.0                  |
| 2500                                        | 3.5                   | 5.2                   | 15.9                  |
| 10000                                       | 6.1                   | 8.1                   | 24.9                  |

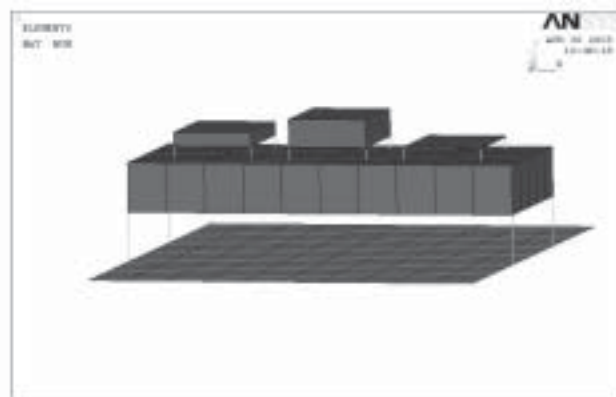


Рис.13. Расчетная модель системы

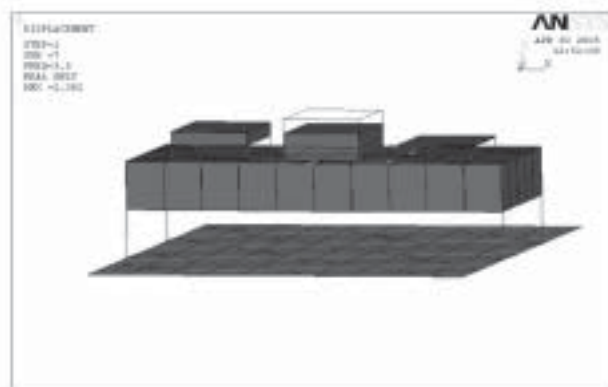


Рис.14. Форма колебаний 1-го тона системы «койка – тело человека»



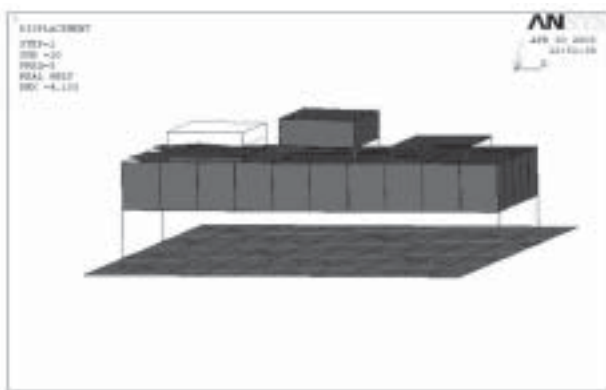


Рис. 15. Форма колебаний 2-го тона системы «койка – тело человека»

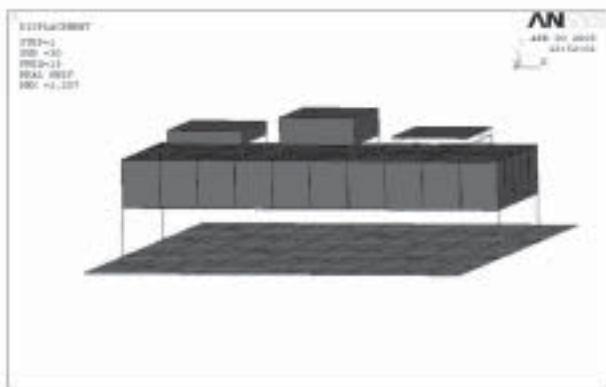


Рис. 16. Форма колебаний 3-го тона системы «койка – тело человека»

На рис.17 проведено сопоставление собственных частот системы «койка–тело человека» с частотами лопастного порядка.

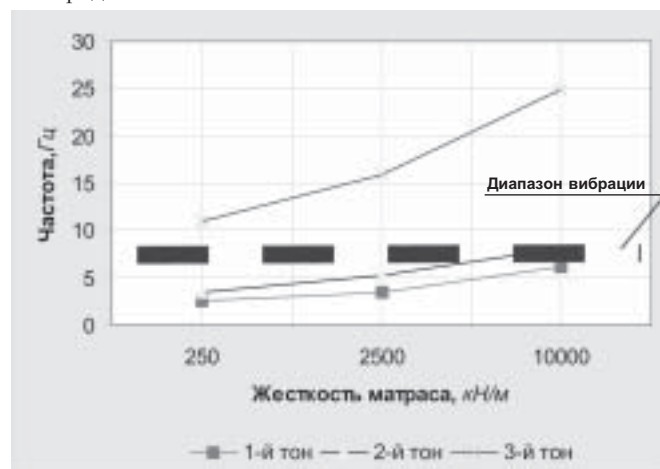


Рис. 17. Сопоставление собственных частот системы «койка – тело человека» с частотами лопастного порядка

По результатам расчетных исследований сделаны следующие качественные выводы:

- динамические характеристики тела человека в положении лежа достоверно описываются трехмассовой системой. Верхняя граница диапазона ее собственных частот находится в районе 25 Гц;
- варьирование статической жесткости матраса модели койки в выбранном диапазоне позволяет снизить частоты 1-го и 2-го тонов вертикальных колебаний системы до 5.5 Гц (нижней границы октавы 8 Гц).

Полученные значения частот позволяют сделать вывод о принципиальной возможности осуществить вертикальную виброзащиту человека в октаве 8 Гц за счет использования мягкого матраса.

Ниже проанализированы результаты натурных экспериментальных исследований вибрационных характеристик штатной и макета виброзащитной койки. Исследования проводились во время плавания судна во льдах, что обеспечивало условия для широкополосного возбуждения. Макет виброзащитной койки представлял собой деревянный щит, свободно подвешенный по углам на тросах длиной около 1.5 м, обеспечивавших частоту свободных колебаний, равную 0.4 Гц. Методика исследований предполагала синхронные измерения вибрации на палубе, каютах, подвесной и штатной койках в трех взаимно-перпендикулярных направлениях. При измерениях вибрации на койках, акселерометры крепились к металлическим дискам, помещенным под спину лежащего человека. Результаты октавного анализа измерений в диапазоне частот до 20 Гц, преобладающем в спектре ходовой вибрации, представлены на рис.18–20 в виде разности уровней вибрации на койках и палубе.

Из них можно заключить следующее:

- динамические характеристики штатной койки, определяющиеся в основном свойствами матраса, приводят

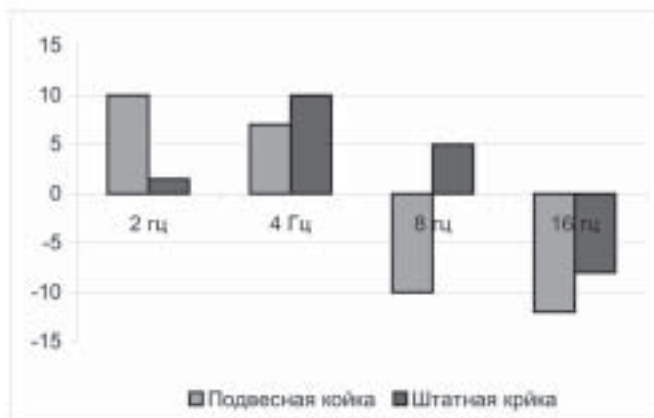


Рис. 18. Уровни вертикальной вибрации (дБ) на койках по отношению к вибрации палубы

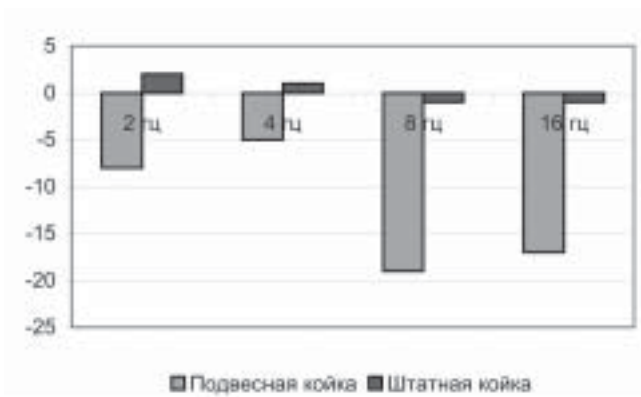


Рис. 19. Уровни поперечной вибрации (дБ) на койках по отношению к вибрации палубы

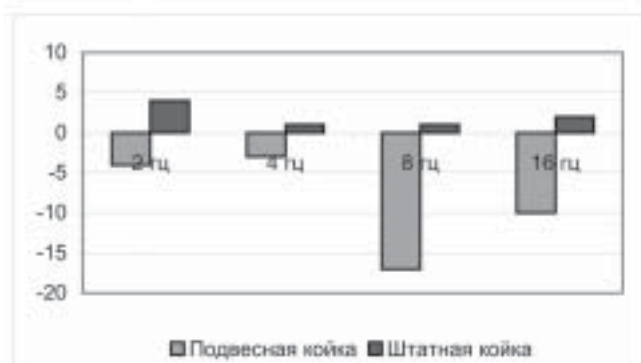


Рис. 20. Уровни продольной вибрации (дБ) на койках по отношению к вибрации палубы

к усилению вертикальной вибрации в диапазоне частот 4–10 Гц и снижают ее, начиная с октавы 16 Гц. В горизонтальной плоскости уровни вибрации в рассматриваемом диапазоне частот практически одинаковы;

– динамические характеристики подвесной койки обеспечивают снижение горизонтального вибрационного воздействия по сравнению со штатной койкой во всех октавах. Величина этого снижения в октавах 8 и 16 Гц достигает 10–20 дБ;

– в вертикальной плоскости вибрационное воздействие на подвесной койке в октаве 2 Гц оказалось выше, чем на штатной на 8 дБ. В остальных октавах оно, по сравнению со штатной, как и в горизонтальной плоскости, снижается. При этом на счет свойств подвески, по-видимому, можно отнести только увеличение вибрации в октаве 2 Гц. Можно предположить, что на более высоких частотах сказалась динамическая податливость опорных конструкций в точке подвеса. Влияние этих факторов заранее прогнозировать трудно. Более устойчивого положительного эффекта снижения вертикальной вибрации в октаве 8 Гц можно ожидать, заменив поролоновый матрас на пружинный как более податливый.

Проведенные исследования свидетельствуют о перспективности улучшения условий отдыха экипажа с помощью виброзащитных коек. Подвесной вариант наиболее эффективен в ледовых условиях при отсутствии качки. Для плавания на волнении, когда вибрация перестает быть доминирующим фактором, должны быть предусмотрены стопора. Важным компонентом подвесного варианта должно быть введение достаточного внешнего демпфирования. При использовании традиционных коек предпочтительнее использование пружинных матрасов.

## ВЫВОДЫ

С помощью достаточно простых средств может быть осуществлена виброзащита судовой мебели в наиболее виброзагруженной частотной октаве 8 Гц.

Установка на сиденья кресла дополнительной мягкой подушки статической жесткостью менее 10 кН/м позволяет понизить уровни вибраций, передаваемых с палуб на организм человека, на 8–10 дБ; в качестве материала подушки в первом приближении можно рассматривать поролон толщиной около 100 мм.

Использование на койке мягкого матраса позволяет осуществить виброзащиту лежащего на койке человека. Статическая жесткость матраса должна быть менее 10 кН/м, поэтому предпочтительнее использование пружинных матрасов.

Для обеспечения пространственной виброзащиты перспективным является подвесной вариант койки, наиболее эффективный при плавании в ледовых условиях при отсутствии волнения. Для плавания на волнении, когда вибрация перестает быть доминирующим фактором, должны быть предусмотрены стопора. Важным компонентом подвесного варианта должно быть введение достаточного внешнего демпфирования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Александров В.Л., Матлах А.П., Поляков В.И. Борьба с вибрацией на судах. – СПб: Мор Вест, 2005, 424 с.
2. Матлах А.П. Некоторые особенности вибрации транспортных судов активного ледового плавания // Морской вестник. – 2005. – №3 (15). – С. 100–106.
3. Он же. Обеспечение эксплуатационной безопасности и надежности судов активного ледового плавания. – Тез. докл. 8-й Международ. конфер. «Нева-2005», СПб, 2005, с. 95–99.
4. Матлах А.П., Поляков В.И. Решение проблемы повышенной вибрации в обитаемых помещениях транспортных судов. – Тез. докл. НТК «Бубновские чтения». – СПб., 2004, с. 106–107.
5. Глухарев К.К., Потемкин Б.А., Сиренко В.И. О Нелинейности и нестационарности динамических характеристик тела человека // Машиноведение. – 1972. – №4. – С. 9–14.
6. Пановко Г.Я. Дискретная модель тела человека и определение ее параметров // Машиноведение. – 1974. – №4. – С. 16–20.
7. Пановко Г.Я., Потемкин Б.А., Фролов К.В. Определение параметров тела человека-оператора при вибрационном и ударном воздействиях // Машиноведение. – 1972. – №3. – С. 31–37.
8. Вибрации в технике: Справ. под ред. К. В. Фролова. – т.6. – М.: Машиностроение, 1981, 456 с. ■

Рецензенты: **В.Е. Спиро**, д-р техн. наук, проф.,  
**В.Н. Пархоменко**, д-р техн. наук, проф.

**В** условиях интенсивного волнения удары волн в днище (днищевой слеминг) и в развалы бортов носовой оконечности (бортовой слеминг) вызывают общий динамический изгиб корпуса. Несмотря на важность учета этого изгиба при оценках прочности и надежности конструкций, используемые в практике проектирования судов методы его расчета далеки от совершенства. В практических расчетных схемах не принимаются во внимание важные явления (например, такие как гидродинамическое демпфирование), которые способны изменить результаты расчета в несколько раз. Методологическим недостатком упомянутых методов является игнорирование неконсервативных свойств окружающей судно воды в гидроупругой системе «корпус–жидкость». Существенным дефектом методов является также недостаточно корректный учет влияния скорости хода и конструктивных параметров судна на гидродинамические силы, вызывающие динамический изгиб.

# ДИНАМИЧЕСКИЙ ИЗГИБ КОРПУСА СКОРОСТНОГО СУДНА ПРИ СЛЕМИНГЕ

**Г.Б. Крыжевич**, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова

В схемах расчета изгиба при днищевом слеминге корпус рассматривают как балку, совершающую колебания в вертикальной плоскости по форме первого тона под действием приведенного импульса гидродинамических сил. При этом рассеяние энергии при колебаниях либо не учитывается вовсе либо принимаются во внимание лишь внутренние потери в конструкциях судна [1–2].

При совершенствовании способа расчета динамического изгиба будем руководствоваться методологическим подходом, изложенным в работе [3]. Будем различать две стадии погружения в жидкость оголившегося при интенсивной качке поперечного сечения судна при днищевом или бортовом слеминге. Первая из них начинается с момента касания киля поверхности жидкости и заканчивается в момент достижения основанием брызговой струи точки, наиболее удаленной от диаметральной плоскости, т.е. в момент входа в воду скулы (при днищевом слеминге) или верхней кромки борта (при бортовом слеминге). С этого момента начинается вторая стадия погружения, в течение которой тонкая брызговая струя трансформируется в более широкий поток жидкости и за кромкой срыва потока (за скулой или за верхней кромкой борта) образуются свободные границы каверны.

Для оценки ударной гидродинамической силы  $r(x)$  на первой стадии погружения воспользуемся формулой Лагранжа

$$r(x) = d/dt(\partial T/\partial \dot{\Delta}) - \partial T/\partial \Delta + \partial D/\partial \dot{\Delta}. \quad (1)$$

Здесь  $T = 1/2 \mu(\Delta) \dot{\Delta}^2$  – кинетическая энергия жидкости при плоском обтекании шпангоута (за исключением энергии брызговых струй);  $\Delta(x, t)$  – неотрицательная функция, равная мгновенному значению осадки (расстоянию от поверхности воды до погруженного в воду киля  $Z(x, t) + T_0(x) + w(x, t)$ , зависящему от относительного перемещения корпуса и волновой поверхности при продольной качке  $Z(x, t)$ , вибрационных перемещений судна  $w(x, t)$ , а также от среднего значения заглубления линии киля  $T_0(x, V_x)$ , зависящей от скорости хода  $V_x$  и интенсивности волнения (при  $Z + T_0 + w \leq 0$   $\Delta(x, t) = 0$ );  $\mu(\Delta) = \kappa_0^2 c_1 c_2 \pi \rho b^2(\Delta)/8$  – присоединенная масса воды, зависящая от формы погруженной части шпангоута и ширины ватерлинии  $b(\Delta)$ ;  $\kappa_0$ ,  $c_1$  и  $c_2$  – поправочные коэффициенты, учитывающие подъем свободной поверхности воды при погружении тела (появление «волны вытеснения»), трехмерность потока жидкости и влияние отступления формы погруженной части поперечного сечения от эллипса соответственно [2];  $\rho$  – плотность жидкости;  $D$  – диссипативная функция Релея, учитывающая рассеяние энергии брызговыми струями (ранее не принимавшаяся во внимание в расчетных схемах динамического изгиба при слеминге).

При оценке функции  $D$  будем рассматривать поток энергии в брызговые струи, зависящий от угла наклона поверхности жидкости  $\beta(\Delta, x)$  (или, точнее, от угла между касательной к контуру шпангоута в точке расположения основания брызговой струи и невозмущенной поверхностью жидкости). Этот поток приводит к скорости изменения полной энергии  $E$  механической системы «плоское тело–жидкость» (из которой исключены брызговые струи, учитываемые отдельно), которую можно оценить в соответствии с [5] следующим образом:

$$dE/dt = (d\Delta/dt)^2 d[\mu(\Delta)(1/2 - f_\beta)]/dt,$$

где  $f_\beta = 1/[2 - \cos\beta(\Delta, x)]$ .

В соответствии с физическим смыслом функции Релея

$$D = -0,5 dE/dt = 0,5 \dot{\Delta}^2 d[\mu(\Delta)(f_\beta - 1/2)]/dt. \quad (2)$$

Вводя обозначение  $\mu_1(\Delta, x) = f_\beta(\Delta, x)\mu(\Delta, x)$ , на основании формулы (1) получаем

$$r(x, t) = \mu(\Delta) d^2\Delta/dt^2 + d\Delta/dt d\mu_1/dt. \quad (3)$$

Параметр  $\mu_1$  (в отличие от параметра  $\mu$ ) характеризует не только инерционные, но и диссипативные свойства жидкости.

С учетом правила дифференцирования сложной функции эту формулу можно записать в виде

$$r = \mu(\Delta) \Delta''(\Delta) + (\partial\Delta/\partial t - V_x \partial\Delta/\partial x [\mu_\Delta(\Delta) \partial\Delta/\partial t - V_x \mu_x(\Delta)],$$

где  $\mu_\Delta(\Delta) = f_\beta \partial\mu/\partial\Delta + \mu \partial f_\beta/\partial\beta \partial\beta/\partial\Delta$ ;

$\mu_x(\Delta) = f_\beta \partial\mu/\partial x + \mu \partial f_\beta/\partial\beta \partial\beta/\partial x$ ;

$\Delta''(\Delta) = \partial^2\Delta/\partial t^2 - 2V_x \partial^2\Delta/\partial t\partial x + V_x^2 \partial^2\Delta/\partial x^2$ .

При оценке вибрации силу  $r(x, t)$  полезно разделить на несколько составляющих. Обозначая через  $\Delta_1(x, t) = Z + T_0$  при  $Z + T_0 \geq 0$  ( $\Delta_1(x, t) = 0$  при  $Z + T_0 < 0$ ) мгновенную осадку сечений судна, определяемую без учета вибрационных перемещений, одну из этих составляющих  $r_b(x, t) + r_{kc}(x, V_x)$  (сумму возмущающей нагрузки  $r_b(x, t)$  с квазистатической добавкой  $r_{kc}(x, V_x)$ ) можно записать в виде

$$r_b(x, t) = -\mu(\Delta) [\partial^2 Z/\partial t^2 - 2V_x \partial^2 Z/\partial t\partial x + V_x^2 \partial^2 \Delta_1/\partial x^2] - (\partial Z/\partial t - V_x \partial\Delta_1/\partial x) [\mu_\Delta(\Delta_1) \partial Z/\partial t + V_x \mu_x] - r_{kc}, \quad (4)$$

где  $r_{kc}(x, V_x)$  – погонная гидродинамическая сила, действующая на корпус при движении судна со скоростью  $V_x$  на тихой воде.

Эта сила обусловлена перераспределением сил поддержания по длине судна при росте скорости хода. Она воздействует на судно статически и учитывается в расчетах прочности с помощью так называемой «скоростной» составляющей изгибающего момента.

Представление возмущающей силы в форме (4) соответствует оценке кинематических параметров качки судна на основе численного интегрирования нелинейных уравнений качки судна и задания силы по всей длине смоченной поверхности судна. В случае использования для оценки ударных нагрузок кинематических параметров движения судна, найденных на основе решения линейных уравнений качки, сила  $r_b(x, t)$  должна корректироваться, исходя из условия общей уравновешенности судна при действии этой силы, сил инерции масс судна и присоединенной воды и других нагрузок [2, с. 157].

Из выражения (4) следует, что возмущающая нагрузка  $r_b(x, t)$  зависит не только от таких традиционно учитываемых факторов, как угол килеватости поперечных сечений судна (параметр  $\partial\mu/\partial\Delta_1$ ), ширины днища (параметр  $\mu$ ), но и от обычно необоснованно исключаемых [1–2] из рассмотрения факторов. К ним относятся гидродинамическая крутка судовой поверхности в носовой оконечности (параметр  $\partial\beta/\partial x$ ) и угол подъема и кривизна килевой линии (параметры  $\partial T_0/\partial x$  и  $\partial^2 T_0/\partial x^2$ ). При этом влияние последних трех факторов существенно возрастает с увеличением скорости хода судна.

Пренебрегая членами высокого порядка малости силу гидродинамического сопротивления колебаниям можно выразить следующим образом:

$$r_{rc}(x, t) = [(2\partial Z/\partial t - V_x \partial(Z + T_0)/\partial x) \mu_\Delta(\Delta_1) - V_x \mu_x] \partial w/\partial t - 2V_x \mu_x \partial^2 w/\partial x \partial t. \quad (5)$$

Из (5) следует, что сила гидродинамического сопротивления колебаниям также сильно зависит от упоминавшихся выше факторов (исключая кривизну килевой линии).

На второй стадии погружения в жидкость поперечного сечения судна (после достижения основания брызговой струи линии скулы или верхней кромки борта) с кромки срыва (со скулы или с верхней кромки борта) начнут сходиться частицы жидкости, принадлежащие брызговой струе, и будут образовываться свободные границы каверны. В начале этой стадии, пока с кромок скулы или борта сходят частицы, принадлежащие тонкой брызговой струе, формирующаяся каверна оказывает очень малое влияние на величину гидродинамической силы сопротивления прониканию сечения судна в жидкость. Однако по мере развития каверны (при глубине погружения в воду кромки срыва, сопоставимой с расстоянием от киля до этих кромок) на силу сопротивления начинают существенно влиять движение поверхности каверны. Сходящиеся с кромок скулы или борта частицы жидкости, совершавшие ранее



движение, согласованное с судном, начинают двигаться по мере удаления от кромок с нормальной к поверхности каверны скоростью, зависящей главным образом от скорости судна в момент срыва частицы с кромки, а не от скорости судна в рассматриваемый момент времени. Происходит процесс «перетекания» импульсов и энергии жидкости из области, примыкающей к судну (и к кромке отрыва), в удаленные от судна области, примыкающие к границе каверны. Несмотря на большие различия первой и второй стадий погружения, между ними существует и определенное сходство. Как на первой, так и на второй стадиях инерционные свойства жидкости, проявляющиеся при погружении шпангоутного профиля с большими ускорениями, характеризуются ударной присоединенной массой  $\mu$ . Кроме того, на той и другой стадиях проявляются неконсервативные свойства рассматриваемой системы. Учитывая эти обстоятельства можно полагать, что для описания диссипативных свойств жидкости можно использовать выражение типа (2), а для оценки ударных нагрузок использовать зависимость вида (3), т.е.

$$r(x, t) = \mu(\Delta_2) d^2 \Delta_2 / dt^2 + d\Delta_2 / dt \, d\mu_2(x, t) / dt, \quad (6)$$

где  $\Delta_2 = Z(x, t) + T_{\text{ск}}(x) + w(x, t)$  – новая обобщенная координата, в качестве которой принимается заглупление кромки скулы или борта;  $T_{\text{ск}}(x)$  – среднее значение заглупления кромки скулы или борта, зависящее от скорости хода судна и интенсивности волнения (мгновенное значение заглупления, равное нулю, соответствует положению контура шпангоута, при котором основание брызговой струи достигло кромки срыва);  $\mu_2(x, t)$  – параметр, характеризующий инерционные и диссипативные свойства жидкости при наличии в ней каверны.

Для определения параметра  $\mu_2(x, t)$  можно вначале рассмотреть частный случай равномерного вертикального погружения клинообразного тела, а затем обобщить полученное решение на произвольный шпангоутный профиль. В этом случае диссипативные свойства системы «тело-жидкость» проявляются в наибольшей мере, а формула (6) принимает вид

$$r(x, t) = \Delta_2^2 \, d\mu_2(x, t) / d\Delta_2. \quad (7)$$

Если бы погружение было равномерным и происходило достаточно долго, а глубина погружения в жидкость кромок срыва в два раза или более превосходила их расстояние от кила, то течение около поперечного сечения стало бы близким к стационарному струйному (кавитационному) обтеканию, а сопротивление воды – близким к сопротивлению, определяемому по формуле Д.К. Бобылева [4]. В более общем случае, включающем ситуацию с малыми значениями погружения  $\Delta_2$  (вплоть до нулевого), гидродинамическая сила  $r(x, t)$  может быть найдена как произведение переходной функции  $H_1$  на силу сопротивления килеватой призмы, определяемую по формуле Д.К. Бобылева [5]:

$$r(x, t) = c_{\Delta\beta}(\Delta_2/l, \beta) \Delta_2^2 v(x), \quad (8)$$

где  $c_{\Delta\beta} = H_1(\Delta_2/l) c_w(\beta)$ ;  $v(x) = 0,5\pi B(x)$ ;  $H_1(\Delta_2/l)$  – переходная функция Логвиновича, зависящая от отношения глубины погружения  $\Delta_1$ , отсчитываемой от положения клинового профиля, при котором основание брызговой струи достигло скуловой линии, к ширине щеки клина  $l$ ;  $c_w(\beta)$  – безразмерный коэффициент сопротивления Бобылева, зависящий от угла килеватости  $\beta$  (его значения приведены, например, в [4]);  $B(x)$  – наибольшая ширина клинового профиля.

Сопоставляя (7) и (8), можно сделать вывод, что  $\partial\mu_2/\partial\Delta_2 = c_{\Delta\beta}(\Delta_2/l, \beta) v(x)$ . Подставляя это значение  $\partial\mu_2/\partial\Delta_2$  в соотношение (6) и обозначая  $\Delta'_2 = \partial\Delta_2/\partial x$ , получаем выражение для нестационарной силы, действующей на второй стадии погружения:

$$r = \mu(\Delta_2) \Delta''(\Delta_2) + v(\dot{\Delta}_2 - V_x \Delta'_2) \cdot [c_{\Delta\beta} \dot{\Delta}_2 - V_x (c_{\Delta\beta} \Delta'_2 + H_0(\Delta_2) \partial c_w / \partial \beta \partial \beta / \partial x)].$$

При переходе от клинового профиля к произвольному шпангоутному профилю при вычислениях по этой формуле можно под параметром  $\beta$  понимать угол наклона к горизонтальной плоскости касательной к шпангоутному профилю в точке срыва потока, а под шириной  $B(x)$  – расстояние между кромками срыва.

Выделим из этой погонной силы  $r(x, t)$  возмущающую и демпфирующие составляющие, используемые при оценке вибрации судна на основе балочной схематизации. Обозначая мгновенное заглупление линии срыва через  $\Delta_3(x, t) = Z + \bar{T}_{\text{ск}}$  при  $Z + T_0 \geq 0$  ( $\Delta_1(x, t) = 0$  при  $Z + \bar{T}_{\text{ск}} < 0$ ) и вводя обозначение  $u(x) = H_0(\Delta_3) \partial c_w / \partial \beta \partial \beta / \partial x$ , получаем:

$$r_b(x, t) = -r_{\text{к}} - \mu(\Delta_3) [\partial^2 Z / \partial t^2 - 2V_x \partial^2 Z / \partial t \partial x + V_x^2 \partial^2 \Delta_3 / \partial x^2] - v(\partial Z / \partial t - V_x \partial \Delta_3 / \partial x) [c_{\Delta\beta} \partial Z / \partial t - V_x (c_{\Delta\beta} \partial \Delta_3 / \partial x + u(x))], \quad (9)$$

$$r_{\text{т}}(x, t) = v [2c_{\Delta\beta} \partial Z / \partial t - V_x (2c_{\Delta\beta} \partial (Z + \bar{T}_{\text{ск}}) / \partial x + u(x))] \cdot \partial w / \partial t - 2V_x \mu \partial^2 w / \partial x \partial t. \quad (10)$$

Зависимости (9) и (10) показывают, что на второй стадии погружения гидродинамическая крутка судовой поверхности в носовой оконечности (параметр  $\partial\beta/\partial x$ ) и угол подъема и скуловой линии (параметр  $\partial\bar{T}_{\text{ск}}/\partial x$ ) сильно влияют на возмущающие и демпфирующие силы (особенно на больших скоростях хода судна). Из структуры формул (5) и (10) следует, что коэффициенты сопротивления колебаниям [главные части которых определяются выражениями в квадратных скобках в зависимостях (5) и (10)] зависят от нескольких функций времени (от кинематических параметров качки  $\partial Z(x, t)/\partial t$ ,  $\partial Z(x, t)/\partial x$ , от присоединенной массы жидкости  $\mu(x, t)$  и ее производных и от переходной функции  $H_1(\Delta_2(t)/l)$ ), что свидетельствует о параметрическом характере колебаний.

Таким образом, причиной появления гидродинамического демпфирования является формирование потоков жидкости, обусловленных весьма энергоемкими процессами – погружением носовой оконечности судна в воду при качке и ходом судна. Поэтому мощности, развиваемые при гидродинамическом демпфировании и при внутреннем трении в конструкциях и системах судна, обусловленном очень малыми отступлениями от закона Гука, могут отличаться на несколько порядков.

Расчет вынужденной вибрации судов на действие нагрузки  $r_b(x, t)$ , вычисленной по формулам (4) и (9), выполнялся обычными способами [1–2] с дополнительным учетом силы сопротивления колебаниям  $r_{\text{т}}(x, t)$ . При анализе результатов расчетов относительное снижение динамических изгибающих моментов  $k_{\text{дМ}}$  (отношение фактического пикового значения момента к значению, найденному без учета гидродинамического демпфирования) удобно рассматривать как функцию некоторых безразмерных параметров. Приведение к безразмерному виду в данном случае удобно выполнять, принимая в качестве характерных размеров некоторые параметры второго теоретического шпангоута судна [6]. Судя по результатам расчетов, параметр  $k_{\text{дМ}}$  зависит главным образом от двух основных безразмерных факторов – угла килеватости характерного сечения судна (по второму теоретическому шпангоуту)  $\beta_2$  и безразмерной скорости  $\bar{v}_z = \dot{\Delta}_{\text{лск}}/(\omega_0 B_2)$  ( $\dot{\Delta}_{\text{лск}}$  – скорость погружения поперечного сечения судна по второму теоретическому шпангоуту в момент достижения основания брызговой струи линии срыва;  $\omega_0$  – частота основного тона колебаний корпуса;  $\beta_2$  – ширина днища в сечении по второму теоретическому шпангоуту).

Расчеты также показывают, что в случае днищевого слеминга учет гидродинамического демпфирования приводит к существенному снижению (в ряде случаев в несколько раз) динамических изгибающих моментов (рис.1) даже при отсутствии хода судна.

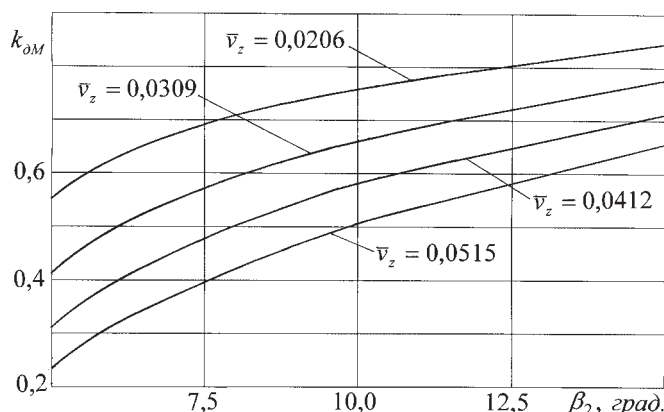


Рис.1. Влияние эффективного угла килеватости  $\beta_2$  и безразмерной скорости погружения  $v_z$  на снижение динамического изгибающего момента, обусловленного гидродинамическим демпфированием, при отсутствии хода судна в случае днищевого слеминга

При больших скоростях хода снижение может быть значительно больше. Применительно к скоростным судам (с числом Фруда  $Fr \geq 0,2$ ) необходимо дополнительно учитывать гидродинамическое демпфирование, происходящее не только в зоне слеминга, но и по всей длине судна [7]. Особенно важен этот учет при транцевой форме кормовой оконечности.

Наличие сильного влияния углов килеватости сечений судна на гидродинамическое демпфирование и на снижение динамических изгибающих моментов дает основание считать, что, несмотря на решающий вклад продольной качки судна (и, соответственно, нерегулярных волн, движущихся навстречу судну) в формирование скоростей перемещений судна относительно водной поверхности, динамические изгибающие моменты в поперечных сечениях корпуса заметно зависят и от боковых волн, движущихся в поперечном направлении. Эти волны могут воздействовать на судно как при наличии обычного ветрового волнения (при несовпадении направлений хода судна и бега ветровых волн), так и при смешанном волнении (например, при ходе судна навстречу направлению бега основной системы волн и несовпадении направлений хода судна и движения другой волновой системы). Движущиеся в поперечном направлении волны, полудлина которых сопоставима с шириной поперечного сечения корпуса (рис.2), будучи гораздо менее энергоемкими по сравнению с волнами, определяющими продольную качку, способны уп-

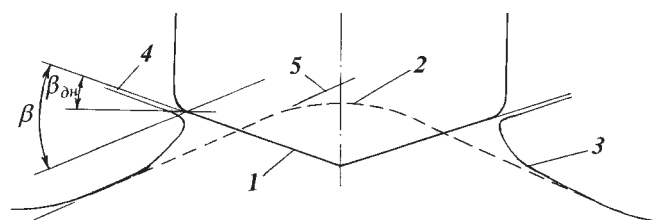


Рис.2. Схема погружения поперечного сечения судна во взволнованную жидкость в момент времени, разделяющий первую и вторую стадии

1 – днище судна; 2 – сечение недеформированной волновой поверхности; 3 – деформированная поверхность волны; 4 – брызговая струя; 5 – касательная к недеформированной поверхности волны.

равлять процессом гидродинамического демпфирования колебаний (за счет изменения эффективного угла килеватости  $\beta$  по сравнению с фактическим углом килеватости  $\beta_{дн}$ ) и заметно влиять на величины динамических изгибающих моментов, вызванных днищевым слемингом. Поскольку при днищевом слеминге внешнее воздействие на упругий корпус носит импульсный характер, а импульс гидродинамических возмущающих сил пренебрежимо мало зависит от формы водной поверхности, то удар днища о вершину волны приводит к увеличению эффективного угла килеватости  $\beta$  (значение  $\beta$  особенно важно в момент перехода первой стадии погружения днища в волну во вторую, когда скорости упругих колебаний корпуса и демпфирующие силы максимальны), к уменьшению гидродинамического демпфирования и к увеличению динамического изгиба корпуса, а удар днища о впадину – к обратным последствиям.

Таким образом, характер взаимовлияния на динамические изгибающие моменты таких факторов, как высоты волн, распространяющихся навстречу судну и в боковом направлении, зависит от соотношения их фаз в течение удара (в момент времени, разделяющий первую и вторую стадии погружения характерного сечения судна в волну).

При больших углах килеватости (порядка  $25^\circ$  и больше) характер влияния боковых волн на величины изгибающих моментов изменяется на противоположный (удар о вершину волны приводит к уменьшению моментов, а удар о подошву – к увеличению). Это объясняется тем, что взаимодействие корпуса с волной в данном случае носит уже не импульсный характер, гидродинамическое демпфирование выражено относительно слабо, а возмущающая сила  $r_v$  уменьшается с ростом эффективного угла килеватости, который принимает наибольшее значение при ударе о вершину боковой волны.

Известно, что наличие асимметрии в расположении скуловых линий по отношению к поверхности жидкости (например, из-за крена судна) при входе шпангоутного контура в жидкость слабо влияет на величину силы сопротивления жидкости. По оценке Г.С. Чувиковского [8], даже при значительном угле крена, равном  $15^\circ$ , увеличение гидродинамической силы не превышает 8%. Это обстоятельство дает основание для вычисления усилия при несимметричном погружении поперечного сечения судна в волну, распространяющуюся перпендикулярно к курсу судна, с помощью приближенного приема, базирующегося на использовании приведенных выше выражений для возмущающих и демпфирующих сил. При этом глубина погружения килевой линии  $\Delta_1(x,t)$  и заглубление кромки скулы или борта  $\Delta_3(x,t)$  (рассматриваемое как среднее арифметическое заглублений с правого и левого бортов) должны отсчитываться не от невозмущенной поверхности жидкости, а от поверхности волны. Эффективный угол килеватости  $\beta$  может быть найден как среднее арифметическое углов, соответствующих правой и левой сторонам (по отношению к диаметральной плоскости судна) погружающегося сечения. Эти величины, в свою очередь, определяются как углы между направлением потока в брызговой струе (касательной к контуру шпангоута в точке расположения основания брызговой струи) и касательной к невозмущенной погружающимся телом поверхности волны (см. угол  $\beta$  на рис.2) в точке, расположенной на одной вертикали с основанием брызговой струи.

Вычисление динамических реакций корпуса судна на воздействие нерегулярного волнения выполнялось с помощью численного интегрирования уравнений качки и общей вибрации судна с использованием приемов, изложенных в работах [9–11]. Результаты вычислений пиковых значений динамического изгибающего момента  $M_\phi$  в миделевом сечении судна с обеспеченностью 0,005 (приведенных к безразмерному виду путем деления на произ-

ведение весового водоизмещения  $D$  на длину судна  $L$ ) для стационарных режимов смешанного волнения приведены на рис. 3. Их сопоставление с экспериментальными данными позволяет считать предлагаемый метод расчета динамического изгиба достоверным и пригодным для использования в практике проектирования судов. Одновременно следует отметить, что игнорирование гидродинамического демпфирования приводит к многократному (в десятки раз) завышению наибольших значений изгибающих моментов при больших скоростях хода судна вследствие преувеличения роли резонансных явлений, наблюдающихся при значениях кажущихся частот волн, близких к частоте основного тона вибрации корпуса или кратных ей. Использование предложенного способа расчета позволяет выявить устойчивый рост динамических изгибающих моментов с увеличением скорости хода судна  $V_x$  (подтверждаемый и экспериментальными данными), в то время как известные способы (например, [1–2]) дают снижение моментов в диапазоне скоростей хода  $Fr_V = 0,5 - 3,5$ , соответствующих переходному режиму движения и глассированию, вследствие снижения вертикальных скоростей движения корпуса относительно волновой поверхности при увеличении  $V_x$ .

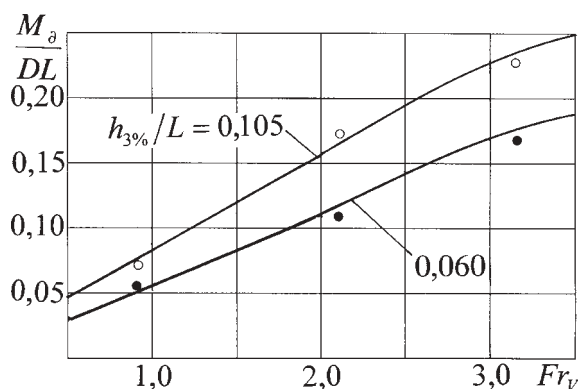


Рис. 3. Сопоставление данных расчета динамического изгибающего момента с результатами измерений, полученных при мореходных испытаниях катера пр. 205 на двух режимах встречного волнения с различными высотами волн 3%-ной обеспеченности  $h_{3\%}$   
 • —  $h_{3\%}/L = 0,06$ , ○ —  $h_{3\%}/L = 0,105$

Анализ результатов расчетов показывает, что при наиболее жестких ударах днища о вершины боковых волн в условиях смешанного волнения и реализации наибольших пиковых значений изгибающего момента в миделевом сечении корпуса отношение фактического пикового значения момента к значению, найденному без учета гидродинамического демпфирования зависит от угла килеватости днища в районе второго теоретического шпангоута. Так, при  $\beta_{дн} \approx 0^\circ$   $k_{\partial M} \approx 0,63$  и при  $\beta_{дн} \approx 10^\circ$   $k_{\partial M} \approx 0,83 - 0,93$ . Следовательно, можно сделать вывод о том, что в существующей практике расчетов прочности судовых конструкций экстремальные нагрузки, обусловленные ударами днища о волны, незначительно завышаются и заметно завышается повторяемость ударных нагрузок, вследствие чего преувеличивается роль днищевго слеминга при оценке его усталостной долговечности.

## ВЫВОДЫ

В статье изложен новый метод расчета динамических изгибающих моментов при слеминге скоростного судна с учетом гидродинамического демпфирования, не принимавшегося ранее во внимание в расчетах, связанных с практикой обеспечения прочности судов; показано, что игнорирование этого явления способно привести к значительным

погрешностям расчета применительно как к тихоходным, так и к скоростным судам. Применительно к глассирующим судам игнорирование гидродинамического демпфирования приводит к многократному (в десятки раз) преувеличению амплитуд резонансных колебаний корпуса, обусловленных взаимодействием корпуса с волнами, и к ошибочному (для большинства проектов глассирующих судов) выводу о решающем влиянии резонансных колебаний на общую предельную и усталостную прочность корпуса; качественное и количественное расчетных и экспериментальных данных наблюдается только при учете отмеченного явления.

Предложены новые способы корректного учета влияния скорости хода и конструктивных параметров судна (гидродинамической кривки судовой поверхности, углов подъема килевой и скуловой линий и др.) на гидродинамические силы, вызывающие динамический изгиб и гидродинамическое демпфирование колебаний. Показано, что по сравнению с известными способами подобного учета использование предлагаемых приемов приводит не только к изменению количественных оценок, но и к качественному изменению зависимости изгибающих моментов от скорости хода.

Выявлено, что на гидродинамическое демпфирование и динамический изгиб корпуса при днищевом слеминге оказывают заметное влияние не только встречные, но и боковые волны с малыми длинами. Установлено, что наибольшие изгибающие моменты вызывают удары днища о вершину боковой волны (распространяющейся в перпендикулярном или близком к нему направлении по отношению к диаметральной плоскости судна). В случае бортового слеминга наибольшие изгибающие моменты действуют при погружении носовой оконечности в подошву боковой волны.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Постнов В.А., Калинин В.С., Ростовцев Д.М. Вибрация корабля. — Л.: Судостроение, 1983.
2. Короткий Я.И. и др. Волновые нагрузки корпуса судна. — Л.: Судостроение, 1987.
3. Крыжевич Г.Б. Нелинейные гидроупругие колебания корпуса судна, движущегося в условиях волнения. — Тр. ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 2001 г., вып. 11.
4. Ламб Г. Гидродинамика. — М.: ОНТИ, 1947.
5. Логвинович Г.В. Гидродинамика течений со свободными границами. — Киев: Наукова думка, 1969.
6. Бойцов Г.В., Палий О.М. Прочность и конструкция корпуса судов новых типов. — Л.: Судостроение, 1979.
7. Крыжевич Г.Б. Практический метод учета рассеяния энергии в жидкости при общей вибрации скоростных судов // Судостроение. — 2005. — № 5.
8. Чувиковский Г.С. Динамический изгиб корпуса судна при ударе о встречные волны. — Тр. ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 1968, вып. 245.
9. Крыжевич Г.Б. Особенности расчета динамических нагрузок, определяющих общую прочность скоростных судов. — Тр. научно-техн. конф., посвящ. 125-летию И.Г. Бубнова, ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 1998.
10. Он же. Математическое моделирование вибрации судна в условиях волнения. — Тр. XIX Международной конф. "Математическое моделирование в механике сплошных сред. Методы граничных и конечных элементов". 2001, т. 1.
11. Он же. Метод решения задач статистической динамики судовых конструкций. — Тр. ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 2005, вып. 21. ■

Рецензенты: **Г.В.Бойцов**, д-р техн. наук, профессор,  
**А.А.Родионов**, д-р техн. наук, проф.



## ВВЕДЕНИЕ

Для современного ледоколостроения обеспечение надежности пропульсивных комплексов (ПК) и пропульсивных систем (ПС) является одной из главных задач. В первую очередь это связано с высоким уровнем ледовых нагрузок, воздействующих на ледокольный гребной винт (ЛГВ) и передающихся на другие элементы ПК и ПС. Актуальность указанной проблемы обостряется внедрением новых ПК. В настоящее время на суда активного ледового плавания внедряются винторулевые колонки (ВРК) с гребными винтами фиксированного (ВФШ) и регулируемого шага (ВРШ). Фирмой «Aker Finnyards» спроектировано и построено новое ледокольное судно двойного действия (DAT), которое будет оборудовано ВРК типа «Azipod». В ледовых условиях ВРК работает как носовой движитель. Аналогичные ПК будут установлены на арктические танкеры DAT, предназначенные для вывоза нефти с месторождений Печорского моря. Действующие требования к прочности ЛГВ основаны на предыдущем опыте эксплуатации. Прочные размеры лопастей ЛГВ назначаются из статической прочности от воздействия изгибающего момента. Ледовые нагрузки учитываются посредством эмпирических коэффициентов, разработанных на основе предыдущего опыта эксплуатации [1]. Обеспечение прочности ЛГВ современных ПК выходит за рамки этого опыта.

В настоящее время показано, что прочные размеры ЛГВ должны назначаться из совместного обеспечения усталостной и статической прочности. Усталость является определяющим фактором для обеспечения эксплуатационной прочности стальных ЛГВ. Кроме этого, при назначении прочных размеров лопастей ЛГВ необходимо учитывать как изгибающий, так и скручивающий момент ледовые моменты [2]. Из вышеизложенного очевидно, что действующие нормативы не соответствуют современным требованиям проектирова-

# АНАЛИЗ ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРЕБНЫХ ВИНТОВ СУДОВ ЛЕДОВОГО ПЛАВАНИЯ И ЛЕДОКОЛОВ

**А.В. Андришин**, канд. техн. наук,  
старший эксперт Российского Морского Регистра судоходства

ния и обеспечения прочности ЛГВ, поэтому необходимы их модернизация и разработка новых, базирующихся на научно-обоснованном подходе. Это определяет необходимость в первую очередь анализа повреждений ЛГВ. В данной работе представлены основные результаты анализа повреждений ЛГВ и их основных причин. На этой основе были разработаны основные подходы, которые были использованы при разработке новых требований РС к прочности гребных винтов ледоколов и судов активного ледового плавания.

## 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ АНАЛИЗА АВАРИЙНОСТИ ЛГВ ЛЕДОКОЛОВ И СУДОВ АКТИВНОГО ЛЕДОВОГО ПЛАВАНИЯ

Для анализа были использованы данные о поломках гребных винтов, которые представлены в отчетах компаний «Fleet Technology» и «R.P. Browne Marine Consultants Limited» [3–5]. Указанные отчеты подготовлены на основе статистических данных, предоставленных канадским министерством обеспечения безопасности транспорта (Transportation Safety Board of Canada, TSB) и ЦНИИМФ. Отчеты были официально представлены канадской стороной на совещании МАКО в Лондоне (июнь 2000 г.) по разработке гармонизированных требований к механическим установкам полярных судов. Дополнительно были использованы результаты

исследований опыта эксплуатации ЛГВ, выполненные Ф.М. Кацманом [6]. В использованных данных нашел отражение опыт эксплуатации ледоколов и судов ледового плавания в Канаде, США и России. Анализ опыта эксплуатации ЛГВ для арктических высокомоощных ледоколов выполнен в работе [7].

## 2. ПОЛОМКИ ГРЕБНЫХ ВИНТОВ РОССИЙСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СУДОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ТРАССЕ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ (СМП)

Данные о поломках ЛГВ российских судов ледового плавания представлены в табл.1 [3, стр. 2-12; 4, стр. 44]. По данным отчета [4, стр. 44] в 1976-1981 и 1988-1993 гг. среднее количество судов, эксплуатирующихся в Арктике за год, составляло  $n \gg (200 - 300)$ .

Согласно данным [4, стр. 44], в 1976-1981 гг. было зафиксировано 613 поломок судов от воздействия льда. Число поломок лопастей ГВ составило 5% общего числа (около 30 поломок). Большинство ГВ были стальными. В 183 случаях (около 30%) повреждений было зафиксировано появление макротрещин в ЛГВ. Анализ показывает, что первый тип поломок (потеря лопасти или изгиб) происходит в основном при взаимодействии ЛГВ со льдом на нерасчетном режиме, например, при ударе лопасти о лед плашмя или навалом на лед при оста-

**Поломки гребных винтов российских транспортных судов на трассе СМП**

Таблица 1

| Район и количество поломок                                          | Количество поломок    |                      |           |                                  |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|-----------|----------------------------------|
|                                                                     | Потеря лопасти, изгиб |                      |           | Появление макротрещины в лопасти |
| Период                                                              | 1963-1973             | 1974-<br>(1976-1978) | 1976-1981 | 1976-1981                        |
| Западная Арктика                                                    | 13                    | 7                    | 30        | 183                              |
| Восточная Арктика                                                   | 20                    | -                    |           |                                  |
| Суммарное количество поломок                                        | 23                    | 7                    | 30        | 183                              |
| Количество судов за год                                             | -                     | -                    | 250       | 250                              |
| Среднее количество поломок лопастей за год, приходящихся на один ГВ |                       |                      | 0.024     | 0.145                            |
| Средний ресурс ГВ [календар. год]                                   |                       |                      | 42        | 7                                |

новленных ГВ. Для этих режимов уровень ледовых нагрузок настолько высок, что обеспечить неповреждаемость лопасти практически не удастся. В этом случае для ПК и ПС должен быть обеспечен принцип пирамидальной прочности [8], согласно которому, при поломке лопасти все остальные элементы ПК, ПС, лежащие в потоке силовых линий, должны оставаться целыми. Второй тип поломок (возникновение трещин) обусловлен в основном усталостью. Данный тип разрушения характерен для стальных

ГВ. Среднее время  $t_{blade}^{mean}$  (ресурс) между поломками этого типа составляет семь лет, а  $t_{blade}^{mean}$  между поломками первого типа (потеря лопасти, изгиб) – значительно меньше. Представленные данные показывают, что основная причина повреждений лопастей стальных ЛГВ – усталость.

Исследования, выполненные Ф.М. Кацманом [6], подтверждают сделанный вывод. Согласно результатам его исследований, низкие усталостно-коррозионные характеристики винтовой стали типа «Karhula» были одной из основных причин многочисленных усталостных поломок стальных ГВ судов ледового плавания и ледоколов в 1960–1975 гг. Другой причиной поломок было низкое качество литых стальных ЛГВ. Необходимо указать, что внедрение винтовой стали 08Х14НДЛ с повышенными усталостными характеристиками, а также улучшение качества винтовых отливок, использование поверхностного упрочнения лопастей значительно снизили количество усталостных поломок и увеличили ресурс лопастей. Например, согласно данным отчета [3, с. (2-13)-(2-14)] такие суда, как «СА-15» (категория УЛА), «Витус Беринг» (категория УЛА) с начала 80-х гг. прошлого века в течение практически 20–25 лет эксплуатации не имели повреждений ЛГВ, изготовленных из стали этой марки, поверхность которых была упрочнена дробеструйной обработкой.

### 3. ПОЛОМКИ ГРЕБНЫХ ВИНТОВ ТРАНСПОРТНЫХ СУДОВ ПО ДАННЫМ TSB

В США и Канаде широкое распространение получили бронзовые ЛГВ и прежде всего изготовленные из бронзы типа NIAL. Данные о поломках бронзовых ЛГВ представлены Английским Ллойдом (LR) [3]. Их анализ показывает, что основным видом поломок этих ЛГВ являются потеря лопасти (разделение на две части) или деформация кромок от их изгиба. Поломки обусловлены нарушением статической прочности при взаимодействии ЛГВ со льдом, включая нерасчетные режимы [9, разд. 2]. Последнее подтверждается отчет [3].

По данным TSB, северо-восточные районы Канады (районы Ньюфаундленда, море Лабрадор, залив Св. Лаврентия, река Св. Лаврентия) характеризуются наибольшей судовой активностью. Среднее количество судов, эксплуатирующихся в этих районах за год, могло достигать  $n \approx 40$  [4, с. 33]. Среднее количество судов, работавших в Канадской Арктике за год в 1988-1992 гг., составляло  $n \approx 40 - 50$  [4, с. 44]. В табл.2 представлены оценки среднего количества поломок лопастей первого типа (потеря лопасти, изгиб) за год на один гребной винт, а также средний ресурс лопасти  $t_{blade}^{mean}$ . Общее количество повреждений лопастей ЛГВ в 1975-1993 гг. – 111.

Усталостные повреждения не характерны для бронзовых ЛГВ. Поэтому данные таблицы 2 по  $t_{blade}^{mean}$  могут рассматриваться как оценки среднего времени между взаимодействиями ЛГВ на нерасчетных режимах, когда поломка лопасти неминуема. Необходимо отметить, что риск поломки ЛГВ в Арктике значительно меньше, чем в районах Ньюфаундленда и бассейне реки Св. Лаврентия (см. табл.2). Это можно объяснить тем, что эксплуатация в районах Арктики осуществлялась в основном в летний период, а в районах Ньюфаундленда и бассейна реки Св. Лаврентия интенсивная навигация продолжается и в зимнее время. Эксплуатационные условия здесь

в зимний период могут быть жестче, чем в Арктике в летний период.

Таким образом, можно сделать вывод, что основным и характерным типом повреждения бронзовых ЛГВ при эксплуатации во льдах является ее деформация (изгиб) или потеря (разделение на две части) в силу нарушения статической прочности при взаимодействии со льдом, включая нерасчетные режимы.

### 4. ПОЛОМКИ ЛОПАСТЕЙ ГРЕБНЫХ ВИНТОВ КАНАДСКИХ И СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИХ ЛЕДОКОЛОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ В АРКТИКЕ

Результаты поломок ЛГВ канадских и североамериканских ледоколов в арктических акваториях представлены в табл.3 [3]. Для изготовления ГВ ледоколов Канадской Береговой охраны (CCG) в основном использовалась марганцовистая бронза. Гребные винты из стали марки СА-15 были установлены на ледоколах Американской Береговой охраны (USCG) типа «Wind». Их эксплуатация характеризовалась многочисленными поломками. В настоящее время гребные винты для ледоколов USCG изготавливаются из легированной стали СА-6NM с улучшенными прочностными характеристиками. Соответствующие ЛГВ установлены на ледоколах USCG «Polar Star». Согласно отчету [3, с. 2-3], в течение 15 календарных лет ледокол не имел повреждений лопастей. Необходимо отметить, что недостаточная надежность МИШ ВРШ ледокола «Polar Star» снижает его ледокольные возможности. Поэтому указанная оценка ресурса лопастей может быть завышена из-за уменьшения реального времени эксплуатации во льдах по сравнению с другими ледоколами. Согласно данным отчета [3], поломки бронзовых ЛГВ преимущественно обусловлены потерей статической прочности. Наиболее вероятной причиной многочисленных повреждений стальных ЛГВ ледоколов типа «Wind» является недостаточная усталостная прочность стали СА-15 (см. табл.3). Поэтому общее количество поломок

Таблица 2

**Результаты анализа поломок лопастей гребных винтов транспортных судов при эксплуатации в замерзающих акваториях Канады**

| Характеристика                               | Район Ньюфаундленда | Великие озера | Арктика (летний период) | Река Св. Лаврентия |
|----------------------------------------------|---------------------|---------------|-------------------------|--------------------|
| Количество поломок $N$                       | 54                  | 15            | 14                      | 28                 |
| Время эксплуатации $T$ [календ. год]         | 18                  | 18            | 18                      | 18                 |
| Количество судов за год $n$                  | 40                  | 40            | 40-50                   | 40                 |
| Среднее количество поломок за год на один ГВ | 0.075               | 0.021         | 0.019-0.0156            | 0.038              |
| Средний ресурс лопасти ГВ [календ. год]      | 13.3                | 48            | 51-64                   | 25                 |

Поломки ЛГВ ледоколов CCG и USCG в 1960–1983 гг. [3, с.2–3]

| Ледокол             | Мощность, МВт | Диаметр ГВ | Тип ГВ | Материал ГВ      | Тип повреждения                     | Кол-во  | Район эксплуатации                 | Время поломки |
|---------------------|---------------|------------|--------|------------------|-------------------------------------|---------|------------------------------------|---------------|
| «J. A. Macdonald»   | 3*3.7         | 4.1        | ВФШ    | Mn-Al Бронза     | потеря лопасти                      | 2       | Арктика                            | 1979          |
| «P. Radisson»       | 2*5.0         | 4.12       | ВФШ    | Mn-Al Бронза     | поломка                             | 1       | Арктика                            | 1992          |
| «Franklin»          | 2*5.0         | 4.12       | ВФШ    | Mn-Al Бронза     | потеря лопасти                      | 4       | Арктика<br>Viscount Melville Sound | 1979          |
| «Martha Black»      | 2*2.61        | 3.6        | ВФШ    | Mn-Al Бронза     | Изгиб, отрыв верхней части лопасти, | 18      | Арктика                            | 1986-1988     |
| «Edward CornWallis» | 2*2.61        | 3.6        | ВФШ    | Mn-Al Бронза     | изгиб всей лопасти                  | 6       | St. Belle Isle                     | 1986-1988     |
| Типа «Wind»         | 2*3.75        | 5.18       | ВФШ    | Сталь типа СА-15 | поломка изгиб                       | 14<br>3 | Арктика                            | 1960-1975     |
| «Glassier»          | 2.79          | 5.5        | ВФШ    | Сталь типа СА-15 | поломка                             | 1       | Антарктика                         | 1960-1975     |
| «M. V. Kalvic»      | 2.89          | 4.8        | ВРШ    | NiAl Бронза      | изгиб                               | 2       | Арктика                            | 1984          |
| «Canmar Kigoriak»   |               |            | ВРШ    | NiAl Бронза      | Повреждения верхней части лопасти   | 1       |                                    | 1983          |

Общее количество повреждений  $N = 52$ .

ЛГВ от потери статической прочности можно принять равным  $N \approx 40$ .

Таким образом, для ледоколов CCG и USCG среднее количество поломок лопастей в год, приходящихся на один бортовой гребной винт, от потери статической прочности составляет  $\approx 0,08$ . Соответствующий средний ресурс лопасти гребного винта ледокола  $t_{blade}^{mean} \approx 12$  календар. лет.

## 5. ПОЛОМКИ ГРЕБНЫХ ВИНТОВ РОССИЙСКИХ ЛЕДОКОЛОВ В АРКТИКЕ

Для анализа были использованы статистические данные о поломках стальных ГВ ледоколов типа «Москва», «Ермак», «Капитан Сорокин», которые представлены в отчетах [3–5].

При анализе отдельно учитывались повреждения, соответствующие поломкам лопастей (разделение на две части). Согласно отчету [3, Прилож.А], эти повреждения в основном обусловлены взаимодействием льда с ГВ на нерасчетных режимах. Дополнительно учитывались повреждения, соответствующие обнаружению трещин в лопастях от усталости.

В табл.4 представлены оценки ресурса лопасти и среднего количества поломок лопастей в зависимости от типа повреждения, расположения гребного винта.

Нужно указать, что средний ресурс лопасти  $t_{blade}^{mean}$  (потеря лопасти) бортовых стальных ЛГВ российских ледоколов аналогичен ресурсу  $t_{blade}^{mean}$  бронзовых ЛГВ североамериканских ледоколов. Напомним, что поломки бронзовых ЛГВ

обусловлены потерей статической прочности (см. предыдущий пункт).

Таким образом, средний ресурс бортовых ГВ ледоколов, соответствующий поломкам лопастей на нерасчетных режимах взаимодействия со льдом, составляет около  $t_{blade}^{mean} = 10$  календар. лет. Для стальных ЛГВ необходимо учитывать также усталостные разрушения. Среднее время наработки (средний ресурс) стальных лопастей бортовых ЛГВ представленных выше ледоколов между усталостными повреждениями составляет около пяти лет, для средних ГВ – 14 лет. Необходимо указать, что увеличение ресурса среднего ЛГВ по сравнению с бортовым обусловлено уменьшением ледовых нагрузок и времени взаимодействия ГВ со льдом, что подтверждает усталостную природу рассматриваемых повреждений.

Очевидно, что такой низкий ресурс не соответствует современным требованиям эксплуатации. Для обеспечения необходимого ресурса ЛГВ ледоколов, который определяется частотой возникновения нерасчетных режимов взаимодействия со льдом, минимальный ресурс лопастей по усталостной прочности с обеспеченностью 0.999 должен соответствовать сроку службы судна (20–25 календар. лет).

Необходимо указать, что до настоящего времени прочные размеры стальных ЛГВ назначались без учета усталостной прочности, что противоречит реальным физическим процессам. Последнее, а также низкие усталостные характеристиками винтовых сталей и дефекты винтовых отливок

были основными причинами многочисленных повреждений стальных ЛГВ ледоколов и судов ледового плавания. Данный вывод подтверждается исследованиями Ф.М. Кацмана [6]. Поэтому требуется разработка научно-обоснованных требований к прочностим ЛГВ из условия усталости.

## ОСНОВНЫЕ ВЫВООДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Анализ опыта эксплуатации показывает, что поломки лопастей бронзовых ЛГВ судов ледового плавания и ледоколов обусловлены потерей статической прочности при взаимодействии ГВ со льдом, включая нерасчетные режимы. Для стальных ЛГВ поломки обусловлены потерей статической и усталостной прочности. При этом усталость – определяющий фактор. Поэтому прочные размеры ЛГВ в общем случае должны назначаться из условия совместного обеспечения усталостной и статической прочности.

В настоящее время разработка такой методики является одной из главных задач при обеспечении надежной эксплуатации ГВ современных ледокольных судов, особенно если их конструкция и режимы работы отличаются от аналогичных судов, эксплуатировавшихся в предыдущий период. Дополнительное подкрепление ЛГВ и других элементов пропульсивной системы, исходя из условия усталости, – необходимое условие обеспечения безаварийной эксплуатации современных судов двойного действия в тяжелых ледовых условиях. При разработке такой методики в качестве основного критерия для



**Оценка среднего ресурса лопасти для бортового гребного винта ледоколов типа «Москва», «Ермак», «Капитан Сорокин» при эксплуатации в Арктике за 1964–1986 гг.**

| Гребной винт | Тип повреждения                                                                                                           | Средний ресурс лопасти бортового ГВ, календ. год | Среднее количество поломок лопастей одного ГВ за год |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Бортовой     | Поломка (потеря) лопасти от потери статической прочности при взаимодействии гребного винта со льдом на нерасчетном режиме | 9.33                                             | 0.11                                                 |
|              | Усталостное разрушение                                                                                                    | 5.27                                             | 0.18                                                 |
| Средний      | Поломка (потеря) лопасти от потери статической прочности при взаимодействии гребного винта со льдом на нерасчетном режиме | Вероятность поломки мала                         |                                                      |
|              | Усталостное разрушение                                                                                                    | 14                                               | 0.07                                                 |

обеспечения надежной работы должен приниматься минимальный ресурс ГВ, равный сроку эксплуатации судна (20–25 календар. лет) с обеспеченностью не менее 0.999, что соответствует современным нормам безопасности морских конструкций.

2. Для обеспечения надежной работы пропульсивных систем (ПС) и комплексов (ПК) необходимо учитывать вероятность возникновения нерасчетных режимов взаимодействия ЛГВ со льдом, когда уровень ледовых нагрузок так высок, что обеспечить прочность лопасти в рамках традиционно сложившихся требований к пропульсивным характеристикам, не удастся. В этом случае для обеспечения эксплуатационной прочности остальных элементов ПС должен быть реализован принцип пирамидальной прочности. При поломке лопасти на нерасчетном режиме все остальные элементы ПС, лежащие в потоке силовых линий, должны оставаться целыми. Расчетная нагрузка для обеспечения принципа пирамидальной прочности ограничивается предельной силой поломки лопасти.

Анализ опыта эксплуатации ЛГВ показывает, что взаимодействие ГВ со льдом на нерасчетных режимах – одна из основных причин поломок его лопастей, особенно при эксплуатации в тяжелых ледовых условиях. Для арктических ледоколов средняя частота поломок (средний ресурс лопастей) лопастей бортовых и средних ЛГВ составляет соответственно 5 и 14 календарных лет. Для российских транспортных судов арктического плавания на трассе СМП указанная величина приблизительно равна 40 календарным годам. Полученные оценки среднего ресурса лопастей между их поломками на нерасчетных режимах взаимодействия со льдом могут быть использованы для назначения количества лопастей в составе судового ЗИПа.

3. Важно отметить, что частота поломок бортовых ГВ судов активного ледового плавания и ледоколов на нерасчетных режимах значительно выше, чем средних. Поэтому надежность двухвального движительного комплекса мо-

жет быть значительно ниже, чем одновального при прочих равных условиях. Последнее необходимо учитывать при компоновке ледокольных пропульсивных комплексов.

4. В настоящее время с учетом представленных результатов Российским Морским Регистром судоходства разработан проект новых требований к ЛГВ и другим элементам ПС и ПК из совместного обеспечения усталостной, статической и пирамидальной прочности [8]. Разработанные новые требования позволят обеспечивать эксплуатационную прочность ПК для ледоколов и судов ледового плавания, включая DAT, в соответствии с современными требованиями эксплуатации и проектирования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кацман Ф.М., Андриюшин А.В., Беляшов В.А. Требования к прочности гребных винтов ледоколов и судов активного ледового плавания // Науч.-техн. сб. Российского Морского Регистра судоходства. – 1996. – №19. – С. 169–189.
2. Андриюшин А.В., Кацман Ф.М. Прочность гребных винтов современных судов активного ледового плавания для транспортировки нефти и газоконденсата из районов арктического шельфа и шельфа замерзающих морей. – Эксплуатация морского транспорта / Госуд. морская академия им. адм. С.О. Макарова. – Л.: Наука. – 2003. – С. 187–203.
3. Investigation of Ice Damages and Material Properties for Ice-Class Propeller blades // Draft Final Report 3695C-7.Der. – 1994 (March), 31. – Prepared by «Fleet Technology». – 37 p.
4. Examination of «Type» Ship Machinery requirements for the Arctic Pollution Prevention Regulation (ASPPR) // Final report.-Transport Canada Publication. – 1995, March. – Number TP 12577. – Prepared by «Fleet Technology» in association with Central Marine Design Institute (CNIMMF), St-Petersburg, Russia. – 60 p. (submitted during IACS meeting in LR. – London, 2000, 19–23 June. – IACS (International As-

sociation of Classification Societies) documentation, Harmonisation of Polar Ship Rules. – 60 p.).

5. Proposed Arctic Shipping Pollution Regulations (ASPPR) Machinery Design standards for Arctic Class Ships // Final report. – Transport Canada Publication. – 1995. November. – Number TP 12649(E). – Prepared by «R.P. Browne Marine Consultants Limited». – 77 p., appendix A,B,C.
  6. Исследование вопросов по гребным винтам фиксированного шага. – Ч. II: Анализ эксплуатации гребных винтов по актам обследования Регистром СССР // Отчет по науч.-исслед. работе. – ЛЦКБ. – 1971. – Тема 443, №ГР 70054519. – Инв. № 5200487. – Руководитель темы д-р техн. наук А.В. Дорогостайский, отв. исполнитель канд. техн. наук, доцент Ф.М. Кацман, исполнитель – инженер Г.Н. Миронов. – 149 с.
  7. Андриюшин А.В., Лемус Н.Д. Анализ опыта эксплуатации гребных винтов арктических ледоколов и разработка критериев их усталостной прочности // Научно-технический сборник Российского Морского Регистра судоходства. – 2003. – №26. – С. 108–153.
  8. Collection of regulating documents, book twelve// Russian Maritime Register of Shipping.- Saint-Petersburg. – 2004. – Prepared by Surveyor of RS, Dr. of Sc. A.V. Andryushin; Dr. Ph., prof. F.M. Kastman; Dr. Ph., prof. G.V. Boistsov; principal surveyor of RS V.S. Golubev – 30 p.
  9. Исследование в рамках Проекта Европейской Комиссии ARCOP морской транспортировки углеводородного сырья, добываемого в северных регионах России, в страны Западной Европы. – Науч.-техн. отчет / Российский Морской Регистр судоходства. – Санкт-Петербург. – 2004. – Выполнен РС по заказу ЦНИИМФ в рамках работы Европейской Комиссии ARCOP. – № договора 4-765/42-2003, этап 2. – Исполнитель – канд. техн. наук А.В. Андриюшин. – 189 с. ■
- Рецензенты: **К.Е. Сазанов**, д-р техн. наук, **Ф.М. Кацман**, д-р техн. наук, проф.

Изменения последних десятилетий в сферах международного промышленного рыболовства и отечественных экономических отношений, а также принятие новой государственной морской доктрины предопределили кардинальные изменения технико-экономических условий (ТЭУ) создания и эксплуатации отечественных рыболовных судов и стратегии рыбохозяйственной деятельности. Определяющими элементами стратегии становятся эффективность рыбохозяйственной деятельности и конкурентоспособность отечественных рыболовных судов (табл.1).

Соответствующие изменения претерпевает и методологическая база, предназначением которой является обеспечение эффективности принятой стратегии. Центральным ее объектом становятся рыболовные суда, рассматриваемые в тесной взаимосвязи с ТЭУ их эксплуатации с позиций оптимизационного проектирования, модернизации и рационального использования их действующего производственного потенциала (рис.1). Она включает в себя структурированный комплекс математических моделей рыболовного судна (см. рис. 6 в [1]) для решения поставленных задач в различных сферах их реализации (см. табл. 1 в [2]).

Базой для разработки моделей является современная общенаучная методология проектирования. Она предполагает системный подход к создаваемому объекту, в качестве которого выступает рыболовное судно для соответствующих ТЭУ его эксплуатации. Разрабатываемыми объектами являются также про-

# МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ОПТИМИЗАЦИОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ РЫБОЛОВНЫХ СУДОВ И ЕЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

**В.П. Иванов**, канд. техн. наук, доцент

Калининградского государственного технического университета

екты модернизации судна и организации его эксплуатации.

Реализация системного подхода потребовала развития системных представлений рыболовного судна, выполненных с использованием методов функционального и статистического анализа, и взаимодействия судна как системы с окружающей средой. Результаты исследований случайных факторов промысла позволили получить аналитическое решение задачи взаимодействия добывающего и рыбообрабатывающего комплексов и определить методику расчетов промысловой и среднесуточной производительнос-

ти рыболовных судов различных типов, размеров, особенностей их назначения и используемых орудий лова. Это дало возможность при разработке эксплуатационного блока моделей использовать детерминированный подход, обеспечивая при этом корректность получаемых результатов.

Результатом моделирования эксплуатации конкретного рыболовного судна в заданных ТЭУ является программный продукт ДМЭРС. Расчеты выполняются для морозильных, консервных, рефрижераторных судов и судов с теплыми трюмами при автономной и экспедиционной форме организации

Таблица 1

Задачи рыбохозяйственной деятельности и ее методологической базы

| Обеспечение задач        | Государственная монополия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Рыночная экономика                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Государственная доктрина | Водные ресурсы Мирового океана как компонента стратегического значения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                          | Обеспечение отечественного рынка рыбной продукцией                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Рациональное хозяйствование для решения задач рыбного бизнеса и обеспечения продовольственной безопасности общества                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Стратегия                | Теоретическое обеспечение действующей доктрины и разработка технической политики в области отечественного промышленного рыболовства и промыслового судостроения                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                          | Создание и техническая эксплуатация государственных рыбопромышленных комплексов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Обеспечение конкурентоспособности отечественных рыболовных судов и эффективности рыбохозяйственной деятельности                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Методологическая база    | Централизованная разработка концептуальных проектных и организационных решений и технической политики с планированием и перераспределением прибыли                                                                                                                                                                                                                                                            | Обеспечение инициативных разработок коммерчески состоятельных инвестиционных проектов и технической политики в различных сферах их применения                                                                                                                                                                                                                                  |
|                          | Глобализация оптимизационной задачи проектирования рыбопромышленного комплекса и многоуровневый подход к ее решению. Использование в рамках внешней задачи проектирования грубых представлений рыболовного судна с соответствующей потерей его существенных свойств и ограничением задачи оптимизации его характеристик за счет определения его грузоподъемности и скорости (или мощности главных двигателей) | Исследование рыболовного судна как центрального звена рыбопромышленного комплекса. Развитие его системных представлений для учета существенных свойств, определяющих эффективность. Обеспечение широкого релаксационного поиска оптимальных технических и организационных решений с использованием разработанных логических схем и эвристических методов реализации новых идей |

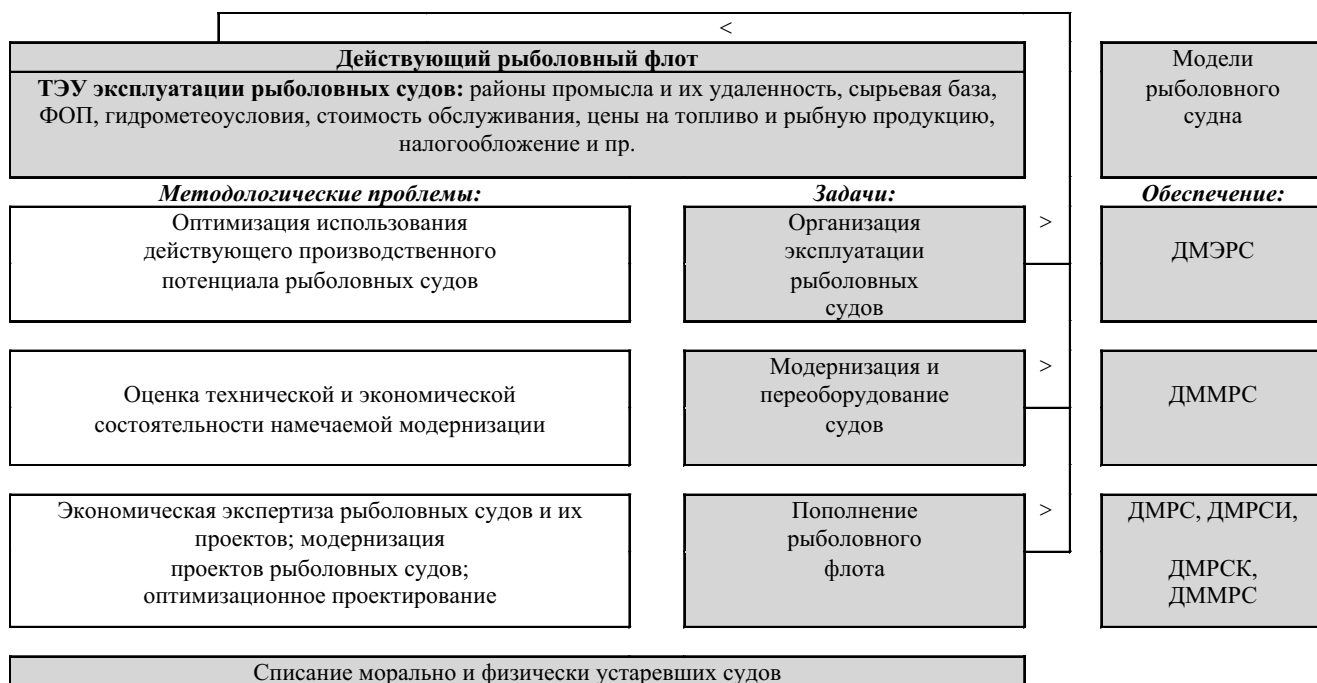


Рис.1. Методологические проблемы и обеспечение оптимизационного проектирования и эксплуатации рыболовных судов

промысла и с промежуточным базированием судна на ближайший к промыслу порт, обеспечивая сопоставимые (с учетом разницы эксплуатационных характеристик) экономические оценки результатов эксплуатации судов, которые могут быть направлены в конкретный квотируемый район промысла. Аутсайдеры этого анализа становятся объектом специального рассмотрения на предмет их использования в других районах промысла, модернизации, переоборудования или списания (см. рис.1).

Важнейшими задачами проектного блока модели рыболовного судна для задач его оптимизационного проектирования (ДМРС) является достижение качества системного синтеза и адекватности модели, сочетаемое с обеспечением доступности аппарата и оперативности в его использовании. В качестве основополагающих принципов решения этой задачи принято следующее:

1. Выполнение проектных расчетов «от достигнутого», с использованием в расчетах характеристик исходного судна-претендента из числа судов, наиболее полно отвечающих замыслам проектанта.

2. Рациональное ограничение объема доступной исходной информации в части технических характеристик судна и ТЭУ его эксплуатации при обеспечении ее достаточности для отражения особенностей конкретного судна в плане его ресурсных (массовых, объемных, расходных, стоимостных) характеристик.

3. Целостное представление модели рыболовного судна для задач оптимизации его характеристик и элементов, что обусловлено их тесной взаимосвязью между собой и с экономическими показателями судна.

4. Исключение грубого приближенного проектирования и использование состава детализированных уравнений проектирования, характерных для этапов расчета размерений судна при широком использовании обобщенных эмпирических зависимостей.

5. Необходимость «настройки» модели на исходное судно, предваряющей проектные расчеты и обеспечивающей соответствие расчетных и фактических значений элементов этого судна, его эксплуатационных характеристик и показателей эффективности.

6. Обеспечение дружелюбности системы и возможности ее (с его профессиональным творческим началом в эффективном поиске лучших решений) осуществления как пошагового, так и совокупного анализа результатов, получаемых на ЭВМ с использованием методов теории оптимизации.

Реализация этих принципов позволяет получать элементы рыболовного судна как практическое проектное приближение, использовать разработанный аппарат при решении широкого круга задач системного анализа (в том числе для проектных и организационных обобщений), обеспечивать оперативный и практически значимый уровень технико-экономического анализа в рамках специализированной стратегии проектирования (см. рис. 4 в [2]).

Другие модели комплекса включают:

- модель ДМРСИ, которая является модификацией модели ДМРС и предназначена для выполнения оптимизационных исследований способом постоянного водоизмещения;

- модель ДМРСК, использование которой позволяет автоматизировать выполнение экономических расчетов

раздельно по долевым режимам его работы в разных районах промысла и за год в целом. Это облегчает поиск оптимальных решений для рыболовных судов сезонного и комбинированного лова;

- модель модернизации ДММРС. Модернизация рыболовного судна или его проекта предполагает разработку ее концепции, которая является прерогативой проектанта. Результаты расчетов, выполненных с использованием модели ДММРС, позволяют судить о технической и экономической состоятельности намечаемой модернизации.

Рассмотренная методологическая база отвечает традиционным требованиям в части ее завершенности, надежности, универсальности, доступности, оперативности и т.д. и направлена на решение комплекса задач оптимизационного проектирования рыболовных судов и рационального использования их действующего производственного потенциала в различных сферах их применения (см. табл. 1 в [2]). Детализация использованных подходов и полученных результатов представлена в [3].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов В.П. Моделирование рыболовных судов и методология их оптимизационного проектирования // Морской вестник. – 2003. – № 3(7). – С. 45-52.
2. Он же. Вопросы стратегии оптимизационного проектирования и эксплуатации рыболовных судов // Морской вестник. – 2004. – № 4. – С. 25-34.
3. Он же. Оптимизационное проектирование рыболовных судов: учебное пособие. – Калининград, Изд-во КГТУ, 2005. – 191 с. ■



В теории проектирования судов различают внешнюю и внутреннюю оптимизационные задачи. Теория оптимизации судов детально разработана в трудах В.В. Ашика и В.М. Пашина [1, 2]. Применительно к промышленным судам оригинальные решения найдены в работах А.И. Ракова и Н.Б. Севастьянова [3, 4]. Большое значение имеют работы Н.Ф. Воеводина [5], а также Е.В. Каменского и Г.Б. Терентьева.

При проектировании промысловых судов особое значение приобретает внешняя оптимизационная задача, позволяющая сбалансировать величины, входящие в проектное задание. Оптимальным считается проектное задание, которое позволяет вписать новый траулер в общую систему промысловых судов таким образом, чтобы эффективность системы повысилась. При этом требования задания не должны противоречить друг другу и учитывать имеющиеся финансовые, габаритные и постройные ограничения.

В модели внешней оптимизационной задачи для промысловых судов доминантное значение будут иметь данные о промысловой обстановке. К ним относится в первую очередь оценка производительности в единицу времени. Для этого существуют различные способы, из которых чаще всего применяются оценка на базе прототипа, статистический анализ и воспроизведение сценариев промысла в рамках имитационного моделирования. Авторы предполагают сопоставить указанные варианты, начиная с самого достоверного способа, опирающегося на конкретный прототип с детально проработанными проектными и эксплуатационно-экономическими характеристиками.

Промысловая производительность траулеров-рыбозаводов является одним из основных показателей экономической эффективности этих судов и определяется количеством рыбы, выловленной в единицу времени.

Имея важное самостоятельное значение при оптимизации характеристик траулеров, величина промысловой производительности оказывает существенное влияние на все критерии оценки их экономической эффективности.

Ниже предложен один из возможных методов оценки промысловой производительности траулеров-заводов (рис.1) за сутки лова и промысловый рейс.

# МОДЕЛЬ ВНЕШНЕЙ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТРАУЛЕРОВ- РЫБОЗАВОДОВ\*

*А.М. Чулков, инженер СПбГМТУ*

## АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОМЫСЛОВОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРАУЛЕРА ЗА СУТКИ ЛОВА

Оценка среднего улова траулера за сутки лова может быть проведена по формуле

$$Q = \rho W, \quad (1)$$

где  $Q$  – средний улов траулера за сутки лова;  $\rho$  – промысловая плотность распределения рыбы в районе лова;  $W$  – технический эквивалент уловистости системы траулер–трал.

Технический эквивалент уловистости системы траулер–трал  $W$  в этой формуле выражается в физическом объеме водного пространства, которое может быть описано устьем буксируемого трала в течение суток лова и определяется из выражения

$$W = 24SV_T v, \quad (2)$$

где  $S$  – облавливаемая площадь устья трала;  $V_T$  – скорость траления;  $v$  – удельный вес времени чистого траления.

Удельная доля времени чистого траления во время лова может быть записана в следующем виде:

$$v = K_1 \cdot K_2, \quad (3)$$

где  $K_1$  – коэффициент, учитывающий время поиска рыбы и переходов из квадрата в квадрат;  $K_2$  – коэффициент,



Рис.1. Общий вид траулеров-рыбозаводов

\* Публикуется в порядке обсуждения. – Прим. ред.

учитывающий затраты времени на спуск и подъем трала и другие вспомогательные операции с тралом.

Значение коэффициента  $K_1$  в формуле (3) определяется из выражения

$$K_1 = \left(1 - \frac{t_n}{24}\right) \mu, \quad (4)$$

где  $t_n$  – время поиска рыбы и переходов из квадрата в квадрат;  $\mu$  – коэффициент, учитывающий потери по метеопричинам.

Время поиска рыбы и переходов из квадрата в квадрат  $t_n$  в основном зависит от характеристик рыбопоисковых приборов, скорости траулера в режиме поиска и может быть определено по формуле

$$t_n = t_n^0 \frac{V_b}{V_b^0}, \quad (5)$$

где  $t_n^0$  – время поиска рыбы и переходов из квадрата в квадрат траулера-прототипа;  $V_b$  – объем просматриваемой водной акватории за единицу времени при помощи рыбопоисковой аппаратуры;  $V_b^0$  – то же для траулера-прототипа.

Значение коэффициента  $K_2$ , учитывающего затраты времени на спуск и подъем трала и другие вспомогательные операции с тралом, определяется по формуле

$$K_2 = 1 - \frac{\max\left(\frac{\ell}{V_{тр}}; \frac{H}{V_n}\right) + \frac{\ell}{V_8} + t_g}{t_T + \max\left(\frac{\ell}{V_{тр}}; \frac{H}{V_n}\right) + \frac{\ell}{V_8} + t_g}; \quad (6)$$

где  $\ell$  – длина вытравленных ваеров;  $H$  – глубина лова;  $V_{тр}$  – средняя скорость травления ваеров;  $V_n$  – средняя скорость погружения трала;  $V_8$  – средняя скорость выборки ваеров;  $t_g$  – дополнительные затраты времени при спуске и подъеме трала;  $t_T$  – продолжительность траления (время работы трала от момента окончания его спуска до начала подъема на борт судна).

Длина вытравленных ваеров в формуле (6) зависит от глубины лова, типа трала и его оснастки, диаметра ваеров, тяговых характеристик траулера в режиме траления, и может быть определена по графикам, приведенным в работе [7].

Дополнительные затраты времени по формуле (6) при спуске и подъеме трала для промысловой схемы «Дубль» включают в себя время стягивания сетного полотна трала за корму судна, время крепления кабельной оснастки к траловым доскам при спуске трала, время подсоединения переходных концов к вытяжным концам кабельных лебедок при подъеме трала, время выборки кабелей, сетной части трала и кутка на палубу судна, а также время выливки улова.

Продолжительность траления в формуле (6) в основном зависит от промысловой плотности распределения рыбы в районе лова; биологических особенностей облавливаемых пород рыб; типа трала и его оснастки; скорости траления; характеристик приборов контроля параметров трала.

Среднее значение продолжительности траления принимается по прототипу.

Таким образом, при сопоставительной оценке улова проектируемого траулера-прототипа или варианта проекта, отличающихся тяговыми характеристиками в режиме

траления, промысловыми устройствами и механизмами, а также рыбопоисковыми приборами и приборами контроля хода трала, средний улов за сутки лова

$$Q = Q_0 \frac{W}{W_0}, \quad (7)$$

где  $Q$  – средний улов за сутки лова проектируемого траулера;  $Q_0$  – то же для траулера-прототипа;  $W$  – технический эквивалент уловистости системы траулер-трал, определяемый по формуле (2);  $W_0$  – то же для траулера-прототипа.

При этом предполагается, что промысловая плотность распределения рыбы в районе лов  $\rho$  одинаковая как для проектируемой системы траулер-трал, так и для траулера-прототипа.

## АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОМЫСЛОВОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРАУЛЕРА-РЫБОЗАВОДА ЗА РЕЙС

Промысловая производительность траулера-рыбозавода за рейс может быть записана в виде

$$Q_p = Q \cdot T_p \cdot K_n, \quad (8)$$

где  $Q_p$  – улов проектируемого траулера за рейс;  $Q$  – его улов за сутки лова;  $K_n$  – удельный вес времени лова во время рейса.

Тогда удельный вес времени лова во время рейса может быть записан в виде

$$K_n = K_c \cdot K_R \cdot \mu_1 \cdot K_{ид.вз} \cdot K_{н.вз}, \quad (9)$$

где  $K_c$  – коэффициент, учитывающий стоянку в порту;  $K_R$  – коэффициент, учитывающий время переходов в район промысла и обратно в порт базирования;  $\mu_1$  – коэффициент, учитывающий потери промыслового времени по метеопричинам;  $K_{ид.вз}$  – коэффициент, учитывающий потери промыслового времени, обусловленные взаимодействием с судами обеспечения в экспедиционном рейсе (в предположении, что это взаимодействие идеально);  $K_{н.вз}$  – коэффициент, учитывающий потери промыслового времени, обусловленные нерегулярностью взаимодействия траулера-рыбозавода с судами обеспечения.

Для автономного рейса  $K_{ид.вз} = K_{н.вз} = 1$ .

Значение коэффициента  $K_c$  в (9)

$$K_c = 1 - \frac{t_c}{T_p}, \quad (10)$$

где  $t_c$  – время стоянки в порту в одном рейсе;  $T_p$  – продолжительность рейса.

Значение коэффициента  $K_R$ , учитывающего переходы в район промысла и обратно,

$$K_R = 1 - \frac{2R}{24 \cdot V_{эк}(T_p - t_c)}, \quad (11)$$

где  $R$  – удаленность района промысла от порта базирования;  $V_{эк}$  – эксплуатационная скорость.

Коэффициент идеального взаимодействия траулера с судами обеспечения может быть определен как

$$K_{ид.вз} = \frac{t_{л}}{t_{ц}} \left[ 1 + \frac{t_{гп} + t_{ч}}{(T_p - T_c) K_R \cdot \mu_2 \cdot K_{н.вз}} \right] \approx \frac{t_n}{t_{ц}}, \quad (12)$$

где  $t_{\text{л}}$  – время лова между двумя последовательными подходами траулера к судну обеспечения в одном цикле, определяемое по формуле

$$t_{\text{л}} = \min \left( \frac{P}{\Pi \cdot j}; \frac{P_{\text{т}}}{q}; t_{\text{max}} \right), \quad (13)$$

где  $P$  – грузоподъемность траулера по основным видам продукции;  $\Pi$  – средняя суточная производительность траулера – рыбозавода по основным видам продукции;  $j$  – коэффициент учета веса тары;  $P_{\text{т}}$  – запас топлива;  $q$  – суточный расход топлива;  $t_{\text{max}}$  – предельный срок хранения рыбопродукции на судне (рис.2).

В автономном рейсе обычно

$$t_{\text{л}} = 1 - \frac{P}{\Pi \cdot j}. \quad (14)$$

Продолжительность цикла  $t_{\text{ц}}$  включает следующие составляющие: время лова  $t_{\text{л}}$ ; время стоянки у судна обеспечения при одном подходе  $t_{\text{гр}}$  и время перехода к судну обеспечения и обратно на место лова  $t_{\text{л}}$ :

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{л}} + t_{\text{гр}} + t_{\text{л}}. \quad (15)$$

Время стоянки траулера и судна обеспечения определяется временем производства грузовых работ:

$$t_{\text{гр}} = \frac{P}{H_{\text{м}}}; \quad (16)$$

где  $H_{\text{м}}$  – валовая норма грузовых работ в море (норма, учитывающая возможные перерывы в перегрузке рыбопродукции по метеоусловиям).

Время перехода к судну обеспечения и обратно на место лова зависит от среднего радиуса рассеяния траулеров в районе лова вокруг судна обеспечения  $r$ :

$$t_r = \frac{2r}{24V_{\text{ЭК}}}, \quad (17)$$

Средняя суточная производительность траулера-рыбозавода по основным видам продукции может быть вычислена как

$$\Pi = (1 - \beta_{\text{н}}) \varphi \cdot Q. \quad (18)$$

где  $\beta_{\text{н}}$  – доля непищевого прилова;  $\varphi$  – приведенный коэффициент выхода основных видов продукции из пищевого сырья суточного улова  $Q$ .

Коэффициент  $\varphi$  определяется по формуле

$$\varphi = \sum_i \sum_j d_i \beta_{ij} \varphi_{ij}; \quad (19)$$

где  $d_i$  – коэффициент породного состава (доля рыбы  $i$ -й породы в пищевой части улова);  $\beta_{ij}$  – коэффициент направления рыбы  $i$ -й породы на изготовления  $j$ -го вида продукции;  $\varphi_{ij}$  – коэффициент выхода  $j$ -го вида продукции из  $i$ -й породы рыбы, определяется технологическими инструкциями (нормами).

Коэффициенты  $d_i$  и  $\beta_{ij}$  подчиняются условиям

$$\sum_i \alpha_i = 1; \quad (20)$$

$$\sum_j \beta_{ij} = 1, \text{ для всех } i = 1, 2, 3, \dots, n; \quad (21)$$

$$\sum_i \sum_j \beta_{ij} = n. \quad (22)$$

Значения коэффициентов  $\alpha_i$  однозначно определяются районом промысла. Матрица же коэффициентов  $\beta_{ij}$  должна соответствовать оптимальному плану выпуска основных видов продукции.

Оптимальный план может быть определен методами математического программирования и приведен ниже.

Для судна типа БМРТ, совмещающего добывающие и обрабатывающие функции, коэффициент  $\varphi$  характеризует степень обработки рыбы перед направлением ее на замораживание. Значения коэффициентов  $\varphi$ , по данным проектных расчетов, меняются от 0,49 до 0,89.

При сопоставительной оценке промысловой производительности траулера-рыбозавода за рейс данные траулера-прототипа или варианта проекта могут отличаться тяговыми характеристиками в режиме траления, промысловыми устройством и механизмами, эксплуатационной скоростью, грузоподъемностью, производительностью технологического оборудования, количеством грузовых люков и грузовым устройством.

Тогда средний улов за рейс при одинаковой продолжительности рейса проектируемого судна и судна траулера-прототипа (продолжительность рейса определяется профсоюзными нормами непрерывного нахождения людей в море) или варианта проекта (или прогнозируемый улов судна, находящегося в эксплуатации и направляющегося в рейс), определяется выражением

$$Q_p = Q_p^0 \frac{W \cdot K_{\text{л}}}{W^0 K_{\text{л}}^0}, \quad (23)$$

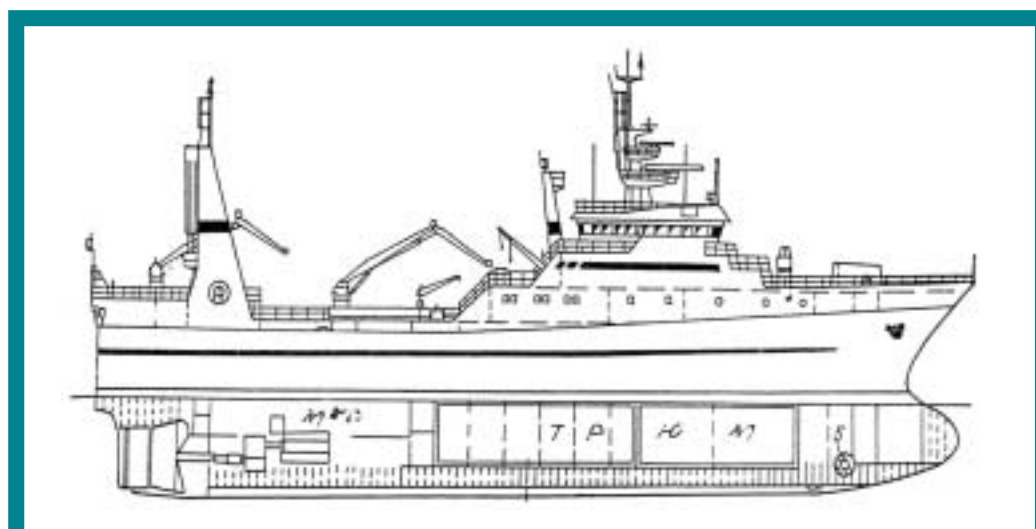


Рис. 2. Продольный разрез траулера-рыбозавода с кормовым расположением МКО



где  $Q_p$  – средний улов за рейс проектируемого траулера или судна, направляемого в рейс;  $Q_p^0$  – то же для траулера-прототипа;  $W$  – технический эквивалент уловистости системы траулер – трал, определяемый по формуле (2);  $W^0$  – то же для траулера-прототипа;  $K_n$  – доля ловецкого времени во времени рейса, определяемая по формуле (9);  $K_n^0$  – то же для траулера-прототипа.

Изложенная методика применялась на примерах, аналогичных пр. 1288 и 394АМ. Получено хорошее совпадение результатов.

**Математизация задачи определения оптимального плана выпуска основных видов рыбопродукции на траулере-рыбозаводе.** Обозначим:  $I$  – множество пород рыбы в пищевой части улова

$$i \in I; i = 1, 2, \dots, m;$$

$J$  – множество видов пищевой рыбопродукции, направляемой на заморозку

$$j \in J; j = 1, 2, \dots, n;$$

$X_{ij}$  – коэффициент направления рыбы  $i$ -й породы на изготовление  $j$ -го вида пищевой продукции;  $f(Q)$  – функция плотности (рис.3) распределения улова на сутки лова, рассматриваемая как случайная величина, и может быть получена сбором и обработкой статистических данных (рис.3);  $\beta_y$  – коэффициент утильсырья в улове, доля непищевого прилова;  $\alpha_i$  – коэффициент породного состава, доля  $i$ -й породы рыбы в пищевой части улова;  $\varphi_{ij}$  – коэффициент выхода  $j$ -го вида рыбопродукции из  $i$ -й породы рыбы;  $\Pi_{ij}^{\max}$  – максимальная производительность технологической линии производства  $j$ -го вида рыбопродукции из  $i$ -й породы рыбы;  $S_{ij}$  – цена  $j$ -го вида рыбопродукции из  $i$ -й породы рыбы;  $C_{ij}$  – себестоимость производства  $j$ -го вида рыбопродукции из  $i$ -й породы рыбы.

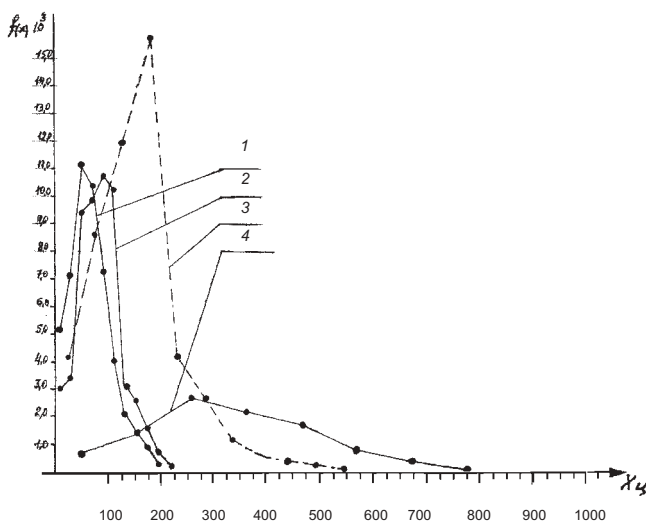


Рис.3. Статистические плотности вероятности величин уловов за сутки лова различных типов траулеров в Баренцевом море (основной объект лова – треска)  
1 – СРТ-300 математическое ожидание (средний улов за сутки лова)  $Q = 67,3$  ц.; дисперсия  $D = 1510$ , объем выборки  $N = 2417$ ; 2 – СРТ-400  $Q = 82,0$  ц,  $D = 1700$ ,  $N = 831$ ; 3 – РТ-800  $Q = 153$  ц,  $D = 6900$ ,  $N = 3104$ ; 4 – БМРТ  $Q = 330$  ц,  $D = 25700$ ,  $N = 2320$ .

В результате применения изложенной схемы формулировка задачи становится следующей: определить оптимальный план  $X_{ij}$  направления рыбы на изготовление основных видов рыбопродукции при следующих условиях:

$$1) \sum_j X_{ij} = 1 \text{ для всех } i = 1, 2, \dots, m;$$

$$\sum_i \sum_j X_{ij} = m; 1 \geq X_{ij} \geq 0.$$

$$2) \Pi_{ij}^{\max} \geq (1 - \beta_y) d_i \varphi_{ij} \left[ \int_0^{Q_{ij}} Q f(Q) dQ = Q^* \int_{Q_{ij}^*}^{\infty} f(Q) dQ \right] \times X_{ij} \geq 0,$$

$$\text{где } Q_{ij}^* = \frac{\Pi_{ij}^{\max}}{(1 - \beta_y) d_i \varphi_{ij}};$$

3) Прибыль  $\rightarrow \max$ , т.е.

$$\left[ \sum_i \sum_j \Pi_{ij} (S_{ij} - C_{ij}) \right] \rightarrow \max.$$

Изложенные схемы определения суточных и рейсовых уловов, а также схема решения задачи определения плана выпуска основных видов рыбопродукции близки идеям И.Г. Бубнова и В.М. Пашина и позволяют конкретно решать внешнюю оптимизационную задачу при проектировании траулеров-рыбозаводов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная модель соответствует современным представлениям о рациональной схеме поиска оптимальных решений. Кроме прямого использования при оптимизационном проектировании, модель может стать основной для имитационного моделирования.

Имитационное моделирование позволяет лучше учесть те факторы, которые носят случайный характер. Именно для промысловых судов это наиболее актуально.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ашик В.В. Проектирование судов. – Л.: Судостроение, 1985.
2. Пашин В.М. Оптимизация судов. – Л.: Судостроение, 1983.
3. Раков А.И. Оптимизация характеристик и элементов промысловых судов. – Л.: Судостроение, 1978.
4. Раков А.И., Севастьянов Н.Б. Проектирование промысловых судов. – Л.: Судостроение, 1981.
5. Воеводин Н.Ф. Техничко-экономическое обоснование выбора траулеров оптимального типа // Рыбное хозяйство. – 1951. – № 1. – С. 14-16.
6. Каменский Е.В., Терентьев Г.Б. Рыболовные траулеры. – Л.: Судостроение, 1968.
7. Чулков А.М. Проект методики сопоставительной оценки производственной производительности траулеров совмещающих добывающие и обрабатывающие функции. – Л.: Изд. ЦКБ «Восток», 1976. ■



Эта книга вышла в свет под общей редакцией профессора, доктора технических наук, кандидата военных наук, адмирала А.А. Комарицина, который с 1995 г. возглавляет Главное Управление навигации и океанографии МО РФ. С ее страниц предстает хроника жизни флота за более чем тысячелетнюю историю, от северных до южных и от западных до восточных морей и океанов. В ней зафиксированы даты открытий и достижений, аварий и потерь флота. Кроме того, в этом уникальном издании нашли отражение история страны, ее культура, традиции и многое другое.

Авторы проделали огромную работу по собиранию и анализу источников (все они перечислены в конце второго тома), чтобы восполнить пробел со дня выхода в свет работы генерал-лейтенанта по Адмиралтейству А.С. Ко-

роткова «Повседневная запись замечательных событий в русском флоте», вышедшего в свет 100 лет назад.

Авторы книги, ответственный редактор, редакторы издательства В.Д. Глухенький, Е.Е. Крицкая, Л.Е. Мудрова и их помощники Е.О. Еремина и О.А. Герашенко поставили перед собой сложную задачу – отобрать значимые события в жизни флота XVII–XXI вв. и откорректировать погрешности, допущенные не только в издании А. Короткова, но и в десятках капитальных трудов по истории флота за несколько столетий. При этом XX в. оказался самым динамичным и напряженным (семь войн, из них три мировые, бурные и очень динамичные революционные события).

Авторский коллектив опирался на архивные фонды; сборники документальных материалов; словари; справочники; библиографические источники, периодические издания и другие материалы.

Представленную на суд читателей книгу, свидетельствующую о повседневной жизни страны и ее моряков всех специальностей и званий, следует оценить весьма положительно, особенно с учетом трудностей в ходе ее подготовки, в частности необходимости устраи-

вания разночтения ежедневных дат морской истории России в многочисленных исторических и официальных государственных документах. Авторы считают, что основная работа над книгой «свелась не столько к выбору событий из опубликованных и архивных материалов, сколько к выяснению их истинных дат».

Нельзя не сказать о некоторых недостатках книги, например, о неравномерности объема материала по разделам, что может объясняться все еще закрытостью информации и ограничением доступа к ряду источников. Вследствие этого, по-видимому, отсутствуют сведения об освоении новгородцами и поморами в XI и XIV вв. Белого и Баренцева морей, Шпицбергена и Новой Земли, островов Карского и других морей Северного Ледовитого океана.

Обнаруженные недостатки не умаляют достоинств издания. Книга, несомненно, будет полезна профессиональным историкам флота, всем, интересующимся развитием и становлением ВМФ страны, которым мы гордимся. ■

**Ю. Тарасюк**, д-р техн. наук, проф.,  
**А. Хребтов**, ст. науч. сотрудник,  
канд. воен.-мор. наук

## ИСТОРИЯ, КОТОРОЙ МЫ ГОРДИМСЯ

**И.В. Корякин, Б.Н. Болгурцев, О.Л. Грибанов.** «Историческая хроника военно-морского флота России». – В 2-х т. – СПб.: Изд. ЦКП ВМФ, 2005.



**26 мая 2006 года  
исполнилось  
150 лет  
со дня основания  
Балтийского завода**

**В** 2006 г. отмечается 60-я годовщина прорыва морской минной блокады Ленинграда.

Германское верховное командование, планируя уничтожение нашего флота на Балтике и опасаясь ответных ударов КБФ, еще накануне вероломного нападения на Советский Союз отдало приказ начать постановку минных заграждений на Балтике. Уже в ночь на 22 июня 1941 г. группа немецких кораблей поставила минное заграждение в устье Финского залива. С началом войны германский флот активизировал постановку мин в средней части Финского залива и его устье. К 10 июля 1941 г. германские и финские корабли в Финском заливе и средней части Балтийского моря поставили 3838 мин и 3450 минных защитников.

Активная минная деятельность противника и настойчивое продвижение его в глубь Финского залива сковали инициативу действий КБФ. Уже 24 июня 1941 г. командующий КБФ докладывал Наркому ВМФ: «В течение суток противник почти парализовал деятельность флота в Финском заливе, забросав минами с воздуха Таллин, Палдиски, устье Финского залива, на которых подорвались три корабля. На сегодня ни одного корабля нельзя вывести без риска... Прошу оказать помощь в скорейшем отмотивировании всех тральных средств....., всех катеров и кораблей для траления...».

23 июня 1941 г. КБФ начал постановку минного заграждения в устье

# РОЛЬ «СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ФИРМЫ «АЛМАЗ» В ОБЕСПЕЧЕНИИ КРАСНОЗНАМЕННОГО БАЛТИЙСКОГО ФЛОТА ПРОТИВОМИННЫМИ КАТЕРАМИ (1941-1945 гг.).

**Л.Г. Грабовец**, генеральный директор,  
**И.Я. Баскаков**, директор музея,  
ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз»

Финского залива для отражения прорыва крупных сил противника. 2 июля флот, чтобы не допустить противника в восточную часть Финского залива, начал минные постановки для оборудования Восточной минно-артиллерийской позиции на линии о. Гогланд – о. Большой Тютерс–Кунда. Всего было поставлено 5657 контактных мин и 1480 минных «защитников».

Важную роль в обеспечении безопасной проводки наших кораблей на

Балтике во время войны, ликвидации минных заграждений после нее сыграли малые деревянные катера «КМ-2» и «КМ-4», выпускавшиеся нашим заводом в предвоенные годы как рейдовые пограничные катера.

С началом войны эти маленькие катера стали переоборудоваться в дозорные катера, дымзавесчики и катерные тральщики, которые затем участвовали во многих десантных операциях на Балтийском и Черном морях. Но

## Основные технические данные катеров

| ЭЛЕМЕНТ                           | «КМ-2»                                                                   | «КМ-4»                                                                   |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Наибольшая длина, м               | 13,9                                                                     | 13,9                                                                     |
| по КВЛ                            | 13,3                                                                     | 13,3                                                                     |
| Наибольшая ширина, м              | 3,05                                                                     | 3,23                                                                     |
| по КВЛ                            | 2,7                                                                      | 2,9                                                                      |
| Осадка средняя, м                 | 0,85                                                                     | 0,85                                                                     |
| Водоизмещение полное, т           | 6,5                                                                      | 10–11*                                                                   |
| Количество двигателей, ед.        | 1                                                                        | 2                                                                        |
| Тип двигателей, их мощность, л.с. | «ЗиС-5», 55                                                              | «ЗиС-5» или «Кермату», 55 или 85                                         |
| Скорость хода, уз                 | 9,5                                                                      | 10,4**                                                                   |
| Вооружение ***                    | ДШК 12,7 мм, трал ОТЩ, глуб. бомбы, дым. шапки, шумопеленгатор «Цефей-2» | ДШК 12,7 мм, трал ОТЩ, глуб. бомбы, дым. шапки, шумопеленгатор «Цефей-2» |
| Экипаж, чел.                      | 6                                                                        | 6–8                                                                      |

\* В зависимости от состава вооружения и типа двигателей.

\*\* Скорость с двигателем «ЗиС-5» при водоизмещении ок. 10 т.

\*\*\* Тральное вооружение могло меняться в зависимости от поставленной задачи, то же касается глубинных бомб и шумопеленгаторов.



наибольшую роль они сыграли именно как катерные тральщики.

Строительство катеров типа «КМ» началось на нашем заводе в 1933 г. Поскольку в 1935 г. он получил задание значительно увеличить выпуск катеров «КМ-2», их стали строить не только в отделении в Старой Деревне, но и на главной верфи, т.е. на Петровском острове.

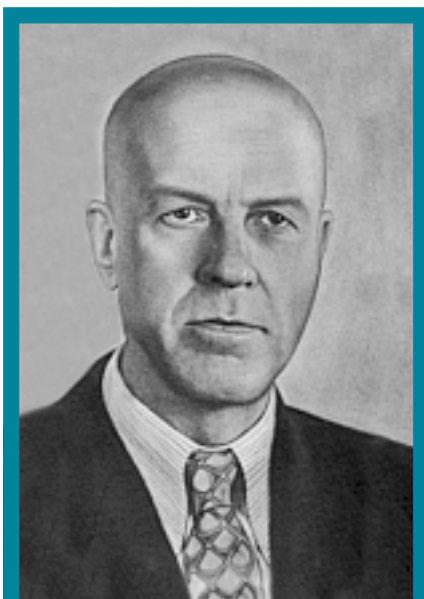
Строительство корпуса первого «КМ-2» здесь было поручено молодежной бригаде Василия Глухова в цехе № 2, которая успешно справилась с поставленной задачей.

В 1933–1936 гг. всего было построено свыше 110 катеров типа «КМ-2».



*Молодежная бригада В. Глухова. Слева направо: Кравченко, Волков, Зарецкий, Глухов, Рудаков, Сергеев, Куничкин, Крылов.*

В 1936 г. в заводском КБ конструкторами И.Б. Соيفером и Д.А. Черногузом под руководством главного конструктора КБ С.В. Пугавко был разработан проект катера «КМ-4». От своего предшественника он отличался двумя двигателями «ЗиС-5». Вследствие этого ширину катера пришлось увеличить.



*Главный конструктор С.В. Пугавко*

Уже в 1937 г. завод построил девять катеров «КМ-4». С каждым годом темпы строительства катеров возрастали и к началу войны было построено 92 катера этого типа.

В ходе советско-финляндской войны 1939–1940 гг. выявилась необходимость в мелкосидящем тральщике.

Началось срочное оборудование катеров «КМ-2» и «КМ-4» тральным вооружением.

В составе одного из основных соединений морской обороны Ленинграда – ОВР ЛенВМБ – был образован дивизион катерных тральщиков из 30 катеров типа «КМ», полученных от

Морской пограничной охраны. В составе ОВРа были также дивизионы сторожевых и дозорных катеров, включавшие катера типа «КМ».

Каждый из этих катеров выполнил за время блокады 1941–1944 гг. огромную работу по охране Невской губы и подступов к городу Ленина, по обеспечению боевого траления,

проводке конвоев и высадке десантов. Для минирования фарватеров Невской губы противник использовал, как правило, магнитные мины, устанавливаемые на определенное кратное число. Поэтому тральщикам приходилось многократно проходить с тралом по одному и тому же месту.

В небольшой Невской губе катера-тральщики со своими тралами прошли

многие десятки тысяч миль. «Блошинные тральщики», как называли тогда «КМ-2» и «КМ-4», бороздили воды Финского залива, расчищая путь в минных полях нашим кораблям. Несмотря на то, что выставляемые дозоры из сторожевых катеров типа «КМ» не могли обеспечить непрерывность наблюдения за опасными участками фарватеров, в том числе Морского канала, противнику не удалось прервать движение наших кораблей и судов по нему и на трассе Кронштадт–Лавенсаари.

Чтобы сделать невозможной работу тральщиков, противник ставил мины-ловушки. Тральщики постоянно подвергались нападению со стороны кораблей и катеров противника, его береговой артиллерии и авиации. Общественные потери катеров-тральщиков за время блокады составили примерно 16 % их состава. Следует отметить, что из-за малой осадки и немагнитного корпуса катера «КМ» ставили в наиболее опасную первую линию траления.

Ни на один день, ни на один час в условиях блокады Ленинграда на заводе № 5 НК судостроительной промышленности не прекращалось строительство так нужных флоту катеров. В отдельные месяцы завод сдавал флоту до 10 катеров «КМ-4». Всего за военные годы завод построил 192 катера типа «КМ-4».

Следует сказать, что катера строили в основном женщины и подростки, не имевшие ни достаточного опыта, ни знаний. Качество работы достигалось благодаря наставничеству небольшой горстки оставшихся на заводе кадровых рабочих. Вот что писал по этому поводу начальник Управления кораблестроения Н.В. Исаченков 2 апреля 1942 г. в докладе наркому ВМФ Н.Г. Кузнецову: «... Списочный состав производственных рабочих ... на 15 марта 1942 г. сократился до 564 чел., а



*Катер «КМ-4»*



**А. Ф. Симин**

фактически являются на работу 264 чел., из них лишь 97 человек 4–6-го разряда». Основными причинами убыли рабочих были: уход в армию (1115 чел.), смерть (545), болезнь (289), эвакуация (405).

Трудности в работе завода были связаны не только с нехваткой квалифицированной рабочей силы, нехваткой металла. Приходилось связываться с неработающими предприятиями, находить там нужные материалы. Нелегко было и с контрагентскими поставками – двигателями, вооружением, аппаратурой. Пройдя по Дороге жизни, грузовики с оборудованием для катеров приходили прямо на завод.

Большую организационную работу проделали главный инженер А. Ф. Симин и директор Е. Я. Локшин, которых буквально в любое время дня и ночи их можно было встретить в цехе, на стапеле.

Руководители обороны Ленингра-



**Е. Я. Локшин**

да уделяли большое внимание строительству катеров на заводе. 3 октября 1942 г. А. А. Кузнецов и Я. Ф. Капустин лично посетили завод и тщательно ознакомились с производством, беседовали с рабочими, инженерами дали высокую оценку их работе.

Руководство страны высоко оценило заслуги завода № 5 в деле оснащения ВМФ боевыми катерами. 31 мая 1944 г. Председателем Президиума Верховного Совета СССР М. И. Калининым был подписан Указ, согласно которому завод за успехи в оснащении ВМФ боевыми катерами, самоотверженный труд коллектива рабочих, инженерно-технических работников и служащих был награжден орденом Трудового Красного Знамени. Большая группа работников завода была удостоена орденов и медалей. Среди них орденом Ленина были награждены главный инженер А. Ф. Симин и токарь Н. М. Федоров, орденом Трудового Красного Знамени – кузнец Ф. П. Буршев, котельщик И. В. Васильев, слесарь П. П. Павлов, медник А. М. Хоменко, орденом Красной Звезды – начальник цеха Г. Н. Боровский, старший мастер В. Д. Глухов, старший строитель Г. И. Китаенко, директор Е. Я. Локшин и др., орденом Знак Почета – главный конструктор Д. А. Черногуз, старший строитель Л. Н. Одинцов и др. Всего 34 человека были награждены орденами и 19 медалями.



**Главный конструктор  
Д. А. Черногуз**

В январе 1944 г. была полностью снята блокада Ленинграда, но работа катеров-тральщиков продолжалась. 30 апреля 1944 г. ЛенВМБ приступила к тралению фарватеров в Невской губе и на реке Неве, шесть катеров-тральщиков 8-го дивизиона произвели контактное траление и 11 катеров-тральщиков 6-го дивизиона произвели неконтактное траление открытой части Морского канала...

Особенно сложная работа выпала

на долю катеров-тральщиков с середины июня 1944 г., когда вместе с наступающими на суше войсками на запад двинулся КБФ, вытесняя вражеские корабли из Финского залива.

Затем была работа по разминированию гаваней Таллина, Палдиски, фарватеров Моонзундского архипелага, Рижского залива и т. д.

Боевая работа катерных тральщиков продолжалась много лет и после окончания Великой Отечественной войны тральщики находили и уничтожали остатки войны, расчищая путь мирным судам. Незря дата снятия морской блокады Ленинграда приходится не на май 1945 г., а на 6 июня 1946 г.

В память о катерах-тральщиках типа «КМ», внесших свой весомый вклад в дело победы над врагом в войне 1941–1945 гг. в Центральном парке культуры и отдыха нашего города на Елагином острове недалеко от 2-го Елагина моста воздвигнут памятный обелиск.



**Памятный обелиск катерам-тральщикам**

Будем всегда помнить рабочих, строивших КТЩ в суровые блокадные дни, и моряков, воевавших на них, отдававших жизнь за мирное будущее своей страны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Краснознаменный Балтийский флот в Великой Отечественной войне. – М.: Наука, 1981.
2. Судостроительная фирма «Алмаз»: 70 лет. – СПб.: Гангут, 2003.
3. Хроника Великой Отечественной войны СССР на Балтийском море и Ладожском озере. – Вып. 1–8. – М.: Изд. ВМИ.
4. ЦГАВМФ. – Ф-13. – Оп. 71. – Д. 181. ■



# ЧЕРЕЗ ИСТОРИЮ - К ВОЗРОЖДЕНИЮ

**В.Б.Образов**, директор музея СПбГМТУ

**И**менно через изучение и осознание истории Российского флота можно прийти к воссозданию морской мощи и славы страны. Это первый тезис, который был положен в основу работы по созданию открытого 15 декабря 2005 г. музея кораблестроения и кораблестроительного образования сотрудниками Санкт-Петербургского государственного морского технического университета.

В качестве второго тезиса были приняты слова первого декана Кораблестроительного факультета Санкт-Петербургского Политехнического института профессора К.П. Боклевского: «Следует отнестись с особой осторожностью к тому, что уже дало положительные результаты».

В Санкт-Петербурге находится 108 морских музеев, из которых восемь – общегородских, четыре – корабельных, 12 – музеев воинских частей, остальные – музеи морских учебных заведений, проектных и научно-исследовательских судостроительных организаций, судостроительных и судоремонтных заводов.

Таким образом, музей СПбГМТУ – 109-й по счету. Все это говорит о том, как велико в городе количество морских и судостроительных организаций, а также о том, сколь велика их заинтересованность в сохранении того, «что уже дало положительные результаты». Жизнь быстро показала, что музейная работа тоже дает полезные результаты: позволяет сохранить то лучшее, что наработано предыдущими поколениями, и воспитывать на этой основе молодежь. На берегах Невы сосредоточены большая часть морских научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро, морских учебных заведений, библиотек и архивов. Ученые, конструкторы и строители именно здесь создавали новые корабли и суда, тысячи образцов морского

оружия, средств связи и навигации, морских приборов, что в совокупности и составило основу морского могущества России.

На протяжении последних 140 лет проекты практически всех крупных и средних кораблей (броненосцев, линейных кораблей, крейсеров), строившихся в нашей стране, разработаны конструкторами Петербурга–Петрограда–Ленинграда. Каждый из музеев морских и судостроительных организаций города сохраняет и популяризирует историю и достижения своей организации. Очевидно нужен был и музей, ставящий своей задачей сберечь интеллектуальное и культурное наследие, накопленное за годы работы ЛКИ – СПбГМТУ, популяризировать лучшие традиции университета, примеры блестящих научных достижений и высокого патриотизма его студентов и сотрудников.

Предшественником вновь открытого музея Кораблестроения и кораблестроительного образования СПбГМТУ был морской музей Кораблестроительного отделения Политехнического института, организованный одновременно с самим институтом в 1902 г. Музей имел учебный характер и состоял из двух отделов: коллекции моделей кораблей и судов и библиотеки. Основой коллекции моделей послужила партия, закупленная в течение 1900–1902 гг., в частности, во время заграничной командировки первого директора Политехнического института князя А.Г. Гагарина. До начала Первой мировой войны эта коллекция постоянно пополнялась за счет закупок и дарений. Например, в 1907 г. граф С.Ю. Витте подарил музею модель океанского лайнера «Кайзер Вильгельм дер Гроссе». На этом лайнере он в 1905 г. пересек Атлантический океан, направляясь в США (г. Портсмут) для подписания мирного договора с Японией.

Библиотека морского музея обладала значительным книжным фондом по судостроительной и военно-морской тематике и регулярно пополнялась периодическими изданиями России, Англии, Германии и Франции.

В первом штатном расписании Кораблестроительного отделения Политехнического института предусматривалась должность хранителя морского музея.

Сорок лет, со дня его открытия до своей смерти блокадной зимой в 1942 г. ее занимал И.А. Яковлев.

В 1918 г. Кораблестроительное отделение Политехнического института было реорганизовано в Кораблестроительный факультет, на базе которого в 1930 г. и был создан самостоятельный Ленинградский Кораблестроительный институт. Коллекция моделей перешла в этот институт. Библиотека же морского музея была передана в библиотеку ЛКИ, где хранится и сейчас в научном отделе и отделе редкой книги. Там же хранятся переданные в 1928 г. библиотека и архив первого декана Кораблестроительного факультета профессора К.П. Боклевского.

В 1940 г. коллекция музея пополнилась моделями из собрания экспонатов Кораблестроительного отдела Промышленной академии в связи с ее расформированием. Наибольший интерес представляла изготовленная из листовой бронзы семиметровая модель линейного корабля «Императрица Мария» с разрезом по левому борту, позволяющим продемонстрировать отсеки, детали набора, вооружение и кладовые боезапаса.

В годы Великой Отечественной войны модели в упакованном виде хранились в подвалах здания ЛКИ на Лоцманской ул., д. 3. В 1944 г. в ЛКИ были переданы некоторые экспонаты из музея морского флота, располагавшегося в особняке графа Паскевича на набережной Красного Флота.

В послевоенное время отставрированная институтскими модельстами коллекция заняла свое прежнее место в одной из аудиторий главного здания ЛКИ. В середине 70-х гг. XX в. в связи с острой нехваткой помещений модели разместили на кафедрах, в коридорах учебных зданий и общежитий, одновременно упразднив музей как штатное подразделение.

В 1985 г. приказом ректора ЛКИ профессора Д.М. Ростовцева был организован музей истории ЛКИ. К 40-летию Победы в Великой Отечественной войне по инициативе студенческого совета общежития Кораблестроительного факультета было выделено помещение для размещения экспозиция «ЛКИ в годы войны». Студенты принимали активное участие в собирательной работе, в состав-



лении проекта экспозиции и ее оформлении. В экспозиции представлены подлинные документы военных лет: письма с фронта и оборонных работ, записки, дневники, конспекты, продовольственные карточки, фотографии. Один из разделов экспозиции посвящен деятельности инженеров-кораблестроителей в осажденном Ленинграде.

Из-за отсутствия помещений для других постоянных экспозиций сотрудники в то время сосредоточили внимание на научно-исследовательской и музейно-педагогической работе. Экспозиционная работа ограничивалась оформлением выставок, например, «Корабли науки в XIX в.», в 1990 г. большая выставка (80 стендов) была организована по теме «Российский флот в русско-японской войне 1904–1905 гг.». Более 10 лет на базе музея действовало отделение Истории судостроения и флота факультета Общественных профессий ЛКИ. Занятия проводились еженедельно по разработанной сотрудниками музея программе. Лекции читали известные историки кораблестроения и флота Р.М. Мельников, В.Ю. Усов, В.Г. Крайнюков, В.Ю. Грибовский и др. Ежегодно в мае и сентябре со студенческими группами проводились походы-экскурсии по местам боев 264-го Отдельного пулеметно-артиллерийского батальона, в рядах которого в 1941 г. сражались 450 студентов и сотрудников ЛКИ в районе поселка Низино Ломоносовского района.

В 1998 г. музей истории института был реорганизован в музей кораблестроения и кораблестроительного образования. Для экспозиций было предоставлено помещение общей площадью около 250 м<sup>2</sup>. Было признано правильным, не отказываясь от развития разделов по истории кораблестроения, основным сделать раздел по истории кораблестроительного образования, который должен был иллюстрировать итоги 100-летней деятельности (с 1902 г.) нашего факультета-института-университета, в том числе 75-летнюю историю ЛКИ – СПбГМТУ.

За годы существования вуза было подготовлено более 50 тысяч специалистов, результатом работы которых явилось кадровое и интеллектуальное обеспечение проектирования и постройки 15 тысяч кораблей и судов приблизительно по тысяче проектов. Начав с подъема, ремонта и модернизации кораблей, представлявших собой остатки флота Российской империи, они выполнили четыре грандиозные кораблестроительные программы, что обеспечило нашей стране победу в Великой Отечествен-

ной войне, помогло восполнить военные потери и к 1980 г. достичь военного паритета с США на море.

В ходе решения этих задач вуз, непрерывно совершенствуя и укрепляя свой кадровый потенциал, лабораторную базу, накапливая опыт учебной и научной работы, получил признание в стране и за рубежом и по праву стал считаться серьезной составляющей государственного достояния, духовного богатства нашего народа.

В музее оформлены и продолжают совершенствоваться экспозиции по разделам:

- история кораблестроения с древнейших времен;
- история создания и работы Кораблестроительного отделения, факультета Санкт-Петербургского (Петроградского, Ленинградского) Политехнического института;
- становление и развитие самостоятельного Ленинградского Кораблестроительного института в 1930–1941 гг.;
- деятельность института и его коллектива в годы войны: учеба, 264-й ОПАБ, строительство, работа на судостроительных заводах Ленинграда, фронт, эвакуация, реэвакуация и восстановление;
- послевоенный период истории ЛКИ – СПбГМТУ;
- экспозиция, стилизованная под кабинет ученого и зал конструкторского бюро 1930–1940 гг. с демонстрацией оборудования тех лет;
- студенческое творчество: художественная самодеятельность, спорт, работа клуба «Корабел»;
- история шлюпочных спортивно-агитационных походов с 1935 по 2005 г.;
- студенческие строительные отряды;
- русский флот в русско-японской войне.

В основу проектирования и исполнения экспозиций положены следующие принципы: историческая достоверность, наглядность, художественность. По мнению коллектива сотрудников музея, именно благодаря такой постановке работы экспозициям удалось придать тот энергетический заряд, который способствует выработке у молодежи стремления следовать положительным примерам, проникаться чувством гордости за свой вуз и свою профессию.

Экспозиция и фонды музея насчитывают около 4000 единиц хранения и постоянно пополняются. Но музей развивается не только как научный, педагогический, информационный и литературно-публицистический центр, он активно участвует в учебном процессе. Здесь читаются

лекции по истории флота, судостроения и вуза, проводятся экскурсии студенческих групп, в том числе по местам боев 264-го ОПАБ. Регулярно раз в два года проходят «Боклевские чтения», на которых присутствующих знакомят с новыми исследованиями по истории флота, кораблестроению и кораблестроительному образованию.

Музей ведет активную работу в литературно-публицистической сфере. Регулярно выходят публикации в газете «За кадры верфям», журналах «Судостроение» и «Морской вестник». Среди них следует особо отметить очерки Г.А. Богуславского об истории зданий ЛКИ – СПбГМТУ и статьи В.А. Грибовской об истории 264-го ОПАБ, а также о выпускнике ЛКИ известном пушкинисте Б.В. Томашевском, а также опубликованные в «Морском вестнике» статьи В.Б. Образцова и Б.А. Царева о жизни и деятельности ведущих профессоров вуза. В 2001 г. издательством «Петрополис» выпущен двухтомник «Генералы духа», где в числе прочих помещены очерки о деятельности выдающихся ученых ЛКИ – СПбГМТУ, подготовленные сотрудниками музея. В 2005 г. вышла в свет книга воспоминаний одного из старейших сотрудников нашего вуза ветерана Великой Отечественной войны профессора А.Л. Васильева.

Готовятся экспозиции музея, посвященные таким выпускникам нашего вуза, как маршал Советского Союза Л.А. Говоров, бывший Первый секретарь Ленинградского обкома партии Г.В. Романов, директор ФСБ России генерал армии Н.П. Патрушев, представитель МИДа в Санкт-Петербурге Чрезвычайный и Полномочный посол В.А. Лопатников, известный лингвист и писатель Е.И. Замятин, видные театральные режиссеры И.П. Владимиров и В.Е. Воробьева и другие выпускники, ставшие известными не только в кораблестроении, но и в других областях науки, политики, искусства.

**При подготовке к публикации этой статьи в январе 2006 г. ушел из жизни директор музея Валерий Борисович Образцов, бывший преподаватель ЛКИ – СПбГМТУ. Это был очень эрудированный специалист, прекрасный человек. У него было много планов. Нам будет его очень не хватать.**

Коллектив музея кораблестроения и кораблестроительного образования СПбГМТУ ■

**А**лександр Карпович Назаров родился 17(30) августа 1910 г. в с. Авдотьевка Варварского района Николаевской губернии (Украина). В 1924 г. начал работать на судостроительном заводе имени Андре Марти в г. Николаеве – сначала учеником, а затем слесарем механического цеха. Одновременно учился в ФЗУ, а после его окончания – на рабфаке при заводе.

В сентябре 1930 г. по путевке комсомола А.К. Назаров поступил в Военно-морское инженерное училище им. Ф.Э. Дзержинского. В январе 1935 г. он окончил его по специальности военный инженер-кораблестроитель и был назначен на должность помощника военного представителя в контрольно-приемный аппарат Управления кораблестроения (КПА УК) ВМФ на «Дальзавод» (№ 202) им. К.Е. Ворошилова (г. Владивосток). Однако из-за нехватки на флоте инженер-механиков командующий Тихоокеанским флотом Н.Г. Кузнецов назначил А.К. Назарова помощником командира «БЧ-5» вспомогательного судна «Приморье». На этом судне он обошел все побережье Охотского моря. В мае 1935 г. был назначен на должность помощника военпреда КПА УК ВМФ на «Дальзавод».

3 января 1938 г. Александр Карпович был внезапно арестован по ложному обвинению органами НКВД и до мая 1940 г. содержался под стражей без суда и следствия в тюрьме в районе подмосковного г. Болшево. В той же тюрьме среди арестованных в то время находились А.Н. Туполев, С.П. Королев, В.М. Петляков, В.М. Мясников, А.И. Некрасов и др. Среди заключенных также была большая группа специалистов по военному кораблестроению, в том числе В.С. Дмитриевский, П.Г. Гойнкис, П.И. Сердюк, А.Ф. Беспалов, К.В. Трофимов, А.С. Кассациер и др. В связи с арестом А.К. Назаров в 1938 г. был исключен из рядов ВКП(б). Только в мае 1940 г. ему были предъявлены обвинения по ст. 58 (ч. 16, 7, 11) УК РСФСР, и он был осужден Военной коллегией Верховного суда СССР к лишению свободы на 10 лет с дальнейшим поражением в правах на пять лет, причем приговор был объявлен лишь с началом Великой Отечественной войны.

С 1938 г. А.К. Назаров в болшевской тюрьме был включен в состав Особого конструкторского бюро НКВД. Группа заключенных ученых и конструкторов под руководством В.С. Дмитриевского и А.С. Кассациера начала работу над созданием первой экспериментальной малой подводной лодки пр.

## **А.К. НАЗАРОВ – КОНСТРУКТОР ПОДВОДНЫХ ЛОДОК**

***И.М. Кузинец**, д-р истор. наук, проф., капитан 1 ранга в отставке,  
Военно-морской инженерный институт*



601 с единым двигателем – дизелем, работающим по замкнутому циклу, и химическим поглотителем углекислого газа известкового типа. Дизель должен был работать при нахождении лодки под водой. При этом кислород для сжигания топлива подавался из цистерны, где находился в жидком состоянии под давлением. Углекислота при сгорании топлива поглощалась химическим поглотителем (ХПИ). Разработка получила наименование «проект 95». Его главным конструктором был А.С. Кассациер.

По окончании работы над техническим проектом в 1939 г. группу заключенных конструкторов-кораблестроителей, в том числе и А.К. Назарова, перевели в Ленинград на судостроительный завод «Судомех», где они участвовали в постройке экспериментальной ПЛ. Для разработки рабочих чертежей и технической документации были привлечены также вольнонаемные конструкторы.

В 1941 г. с началом Великой Отечественной войны построенную ПЛ «проекта 95» и заключенных конструкторов погрузили на баржу и в октябре перевезли в г. Горький (ныне Нижний Новгород) на завод «Красное Сормо-

во», а оттуда – в Сталинград (ныне Волгоград). Из Сталинграда в том же году ПЛ своим ходом пришла в г. Баку на военный завод в Баилово на достройку и испытания. Помимо В.С. Дмитриевского (он погиб в Баку при испытаниях ПЛ), А.С. Кассациера, А.К. Назарова, Б.С. Манишера, Н.С. Исерлиса, П.И. Коканина и др., подводную лодку сопровождали строители завода «Судомех» Громов, Лобов и еще 10 рабочих и 11 человек военной команды: командир ПЛ – М.И. Шейхатович, инженер-механик Ю. Кузьминский и др.; военпреды – И.И. Слезин, В.Ф. Солдатов, а также пять человек охраны.

В 1944 г., после блокады Ленинграда, сюда, на завод «Судомех», ПЛ вместе с участниками испытаний вновь перевели для проведения государственных испытаний этой экспериментальной ПЛ. Продолжались и работы над ПЛ в ЦКБ-18. Подводная лодка в целом и ее энергетическая установка имели ряд недостатков, но, тем не менее, она некоторое время находилась в составе ВМФ на опытной эксплуатации. Параллельно с этим началось проектирование боевой ПЛ пр. 615 (главный конструктор – А.С. Кассациер).

После сдачи экспериментальной ПЛ «проекта 95» группа заключенных (16 человек), среди которых был и А.К. Назаров, постановлением Президиума Верховного Совета СССР №7 от 30 октября 1946 г. была досрочно освобождена со снятием поражения в правах и направлена на работу в ЦКБ-18. Определением Военной коллегии Верховного Суда СССР от 18 сентября 1954 г. приговор по делу А.К. Назарова был отменен и дело в отношении его производства прекращено за отсутствием в его действиях состава преступления. В 1955 г. он был восстановлен в КПСС, а время заключения с 1938 по 1946 г. зачислено в стаж службы в ВМФ.

В 1948 г. В.С. Дмитриевский, А.С. Кассациер, К.В. Трофимов, Б.С. Манишер и А.К. Назаров были удостоены Сталинской премии (с 1962 г. – Государственной премии) II степени за конструкторские работы, выполненные ими в заключении (А.К. Назаров

– «За создание нового двигателя для боевых кораблей»).

С 1946 по 1956 г. Александр Карпович работает в ЦКБ-18 (ныне ЦКБ МТ «Рубин») старшим конструктором (1946–1948 гг.), заместителем главного конструктора проекта (1948–1956 гг.). В эти годы А.К. Назаров участвует в проектировании, постройке и сдаче ПЛ с единым двигателем пр. 615, А615 и др. (в 1953–1955 гг. ПЛ пр. 615 и пр. А615 были переданы вместе с группой конструкторов в ЦКБ-16, но в 1955 г. работа над созданием этих лодок продолжилась вновь в ЦКБ-18).

В 1956 г. Александр Карпович Назаров был переведен в СКБ-143 (ныне СПМБМ «Малахит»), где принял участие в проектировании первых отечественных атомных ПЛ пр. 627 и 627А. Одновременно тот же коллектив конструкторов начал проектирование первой АПЛ с ядерной ППУВТ-1 с жидкометаллическим теплоносителем пр. 645 под руководством начальника и главного конструктора СКБ-143 В.Н. Перегудова.

2 ноября 1956 г. приказом Министра судостроительной промышленности СССР А.К. Назаров был назначен главным конструктором АПЛ пр. 645 (его заместитель – М.Г. Русанов, а затем – Г.П. Москалев).

Наблюдение за проектированием и строительством ПЛ было возложено на

в/ч 27177 (главный наблюдающий – А.Н. Донченко, позднее А.С. Губкин; старший наблюдающий по механической части – А.И. Синицын, затем – В.М. Козлов).

Основные кораблестроительные решения и вооружение для лодки пр. 645 были приняты в основном такими, какие были у первой отечественной АПЛ пр. 627, опытной АПЛ «К-3» (позднее «Ленинский комсомол»). Отличие предполагалось только в оборудовании реакторного отсека. По этой причине ТТЗ на проектирование этой ПЛ не разрабатывалось. Подэскизного и эскизного проектов лодки конструкторы не выполняли. Технический проект лодки и ее энергетической установки были закончены в конце 1956 г. и утверждены постановлением Совета Министров СССР от 3 апреля 1957 г.

В первом квартале 1957 г. СКБ-143 приступило к разработке рабочих чертежей ПЛ пр. 645. Их выпуск был закончен в ноябре того же года, а эксплуатационной документации – в сентябре 1958 г. На данной АПЛ было реализовано одно из важнейших требований ВМФ по повышению надежности и живучести энергетической системы корабля ЯЭУ – создание для корабля автономных турбогенераторов (на опытной АПЛ пр. 627 электрогенераторы не были автономными. Они были навешены на редуктор главно-

го турбозубчатого агрегата энергоустановки).

Параллельно с проектированием ПЛ А.К. Назаров руководил (в части, касавшейся СКБ-143) проектированием наземного прототипа корабельной ЯППУ ВТ-1 – стенда 27/ВТ в ФЭИ в г. Обнинске. Он участвовал в его пуско-наладочных испытаниях и в работе стенда по прямому назначению. Часто посещал Обнинск с целью изучения опыта эксплуатации энергоустановки стенда 27/ВТ. По результатам испытаний постоянно в течение пяти-шести лет (до 1963 г.) велась корректировка рабочих чертежей и технической документации.

Постройка ПЛ осуществлялась в цехе № 42 (начальник – М.А. Рынкович) не заводе № 402 (впоследствии – производственное объединение «Северное машиностроительное предприятие», директор – Е.П. Егоров, строитель АПЛ – А.А. Овчинников) в Северодвинске Архангельской области.

Закладка данной АПЛ состоялась 15 мая 1958 г., а спуск ее на воду – 1 апреля 1962 г. 8 мая того же года начались швартовные испытания. 17 августа 1962 г. была погружена выемная часть реактора с активной зоной в его корпус, а 6–7 декабря в 1-й контур реактора был принят сплав «свинец-висмут». С 6 декабря 1962 г. по 8 января 1963 г. проводились физические исследования реакторов в процессе запол-



АПЛ «К-27»



нения их сплавом, при горячей обкатке паропроизводящей установки (ППУ) и первых выходах на мощность. Комплексные швартовные испытания энергетической установки АПЛ прошли с 10 по 28 января 1963 г., заводской наладочный выход – с 22 по 28 июня 1963 г., государственные ходовые испытания – с 29 июня по 30 октября 1963 г. А.К. Назаров руководил проектированием, участвовал в строительстве и во всех видах испытаний АПЛ.

После подписания приемного акта членами Правительственной комиссии 30 октября 1963 г. ПЛ пр. 645 («К-27») вошла в состав Северного флота и 3 ноября под командованием капитана 1 ранга И.И. Гуляева (впоследствии Героя Советского Союза) ушла из Северодвинска в базу Северного флота.

В приемном акте Правительственная комиссия (председатель – вице-адмирал Г.Н. Холостяков, заместитель председателя – А.К. Назаров) отметила, что «опытная крейсерская подводная лодка «К-27» пр. 645 является первой в мире атомной ПЛ, на которой установлены реакторы, охлаждаемые теплоносителем – эвтектическим сплавом «свинец-висмут». Создание первой в мире АЭУ с реактором, охлаждаемым сплавом «свинец-висмут», является крупным научно-техническим достижением ученых, инженеров, конструкторов, рабочих и промышленности СССР».

Действительно, использовавшийся в качестве рабочего тела в 1-м контуре сплав «свинец-висмут», хотя и уступал по техническим качествам щелочным металлам, на которые сделали ставку американские специалисты, но был менее химически активен и менее опасен в случае аварии. Выбор оказался вполне удачным. В отличие от американского натриевого реактора «S-2G» ПЛ «Си Вульф» («SSN-575»), который пришлось заменить из-за ряда аварий через два года эксплуатации водо-водяной, российская ППУ типа «ВТ» зарекомендовала себя как надежная. ПЛ «К-27» совершила впоследствии ряд автономных походов, практически не испытывая проблем с энергетической установкой. Более высокие параметры пара жидкометаллической ППУ открывали возможность создания паротурбинной установки с меньшими массогабаритными характеристиками и повышенным КПД.

Однако и у установки «ВТ» выявились серьезные проблемы. Высокая температура плавления требовала при выходе ППУ из работы поддерживать сплав в жидком состоянии обогревом от внешнего источника. Это приводило к необходимости специального оборудования базы, а также к непроизводительному расходованию ресурса вспомогательных механизмов главной энергетической установки (ГЭУ). Другая скрытая особен-

ность ППУ с жидкометаллическим теплоносителем заключалась в особой технологии регенерации сплава. Недооценка это, в конечном итоге, привела в 1968 г. к аварии энергетической установки, гибели людей и выводу «К-27» из эксплуатации.

С 21 апреля по 11 июня 1964 г. ПЛ «К-27» под руководством Правительственной комиссии совершила свой первый (и первый в Советском Союзе) автономный поход без всплытия в центральную часть Атлантического океана. 29 мая 1964 г. постановлением Совета Министров СССР ПЛ «К-27» была принята на вооружение ВМФ 24 июня 1964 г., министр обороны СССР утвердил приемный акт Правительственной комиссии.

В 1964 г. за создание новой энергетической установки (стенда 27/ВТ) А.К. Назарову была присуждена Ленинская премия, а в 1966 г. он был награжден орденом Ленина за создание новой техники.

В 1968 г. А.К. Назаров участвовал в ликвидации последствий ядерно-радиационной аварии ППУ левого борта АПЛ «К-27».

В процессе испытаний были отработаны все эксплуатационные режимы ЯЭУ ПЛА «К-27», на мерной миле корабль развил рекордную скорость для ПЛА – 30,2 уз, проводил швартовку с использованием главных турбин, повысил эффективность боевого применения торпедного оружия с использованием устройства быстрого заряжания.

АПЛ «К-27» превратилась из «ныряющей» в по-настоящему «плавающую» под водой, совершив два автономных одиночных похода в экваториальную Африку (1964 г., проведя 51 сут. Без всплытия и пройдя 13 000 миль) и в Средиземное море (1965 г., 59 сут., пройдя 15 000 миль). Так были созданы предпосылки для постоянного несения боевой службы в Атлантике. При этом не только установлен рекорд автономности плавания для АПЛ и достигнута максимальная подводная скорость при работе реакторов на 100%-й мощности при температуре забортной воды, близкой к 32°C, но и впервые в мировой практике организовано обнаружение и преследование АПЛ вероятного «противника», устранение закупорки газовой системы 1-го контура в результате нештатного заброса сплава, отработка экономических ходов движения и разработка законченной программы энергоснабжения ЯЭУ АПЛ, проведены климатические испытания техники, результаты которого позднее были внедрены в свою практику промышленностью.

Во время второго автономного похода АПЛ «К-27» первой провела 36 суток непрерывной боевой службы в Средиземном море, выполнив все бое-

вые задачи и положив этим начало постоянно действующей группировке боевых сил отечественных ВМФ в Средиземном море. При этом проводились углубленные испытания АПЛ, проверка стабильности и надежности ЯЭУ, изучение влияния условий обитания на деятельность экипажа.

Впервые установленные на АПЛ «К-27» и прошедшие испытания образцы новой техники (автономные турбогенераторы, второй «зенитный» перископ, плоские межотсечные переборки, усовершенствованная биологическая защита, маломagnetная корпусная сталь) позволили затем резко улучшить характеристики всех типов и проектов АПЛ, а испытания ЯЭУ с ЖМТ и разработка при участии офицеров экипажа «Руководства по боевому использованию технических средств ЯЭУ АПЛ с ЖМТ» создать серию высокоскоростных комплексно-авторизированных АПЛ пр. 705 и 705К.

Произошедшая на АПЛ «К-27» серьезная ядерно-радиационная авария с человеческими жертвами показала, что именно низкое давление в 1-м контуре и высокая температура кипения расплава «свинец-висмут» исключает тепловой взрыв реакторов с ЖМТ. Проведенные исследования вышедшей из строя электроники, работающей в системах ППУ, ГЭУ и в общекорабельных системах, особенно в энергетических отсеках, подсказали необходимость организации испытаний на радиационную надежность приборов, аппаратуры и систем на базе ускорителей и исследовательских реакторов.

27 января 1964 г. приказом председателя Государственного комитета по судостроению СССР А.К. Назаров был назначен главным конструктором АПЛ пр. 705А (позднее – М.Г. Русанов). Александр Карпович руководил также разработкой новых проектов ПЛ (пр. 686, 659), научно-исследовательскими работами по теме «Океан».

В 1976–1978 гг., несмотря на пенсионный возраст, продолжал работать уже в должности старшего научного сотрудника бюро, помогая молодым специалистам в создании новых проектов. В 1978 г. вышел на пенсию по состоянию здоровья.

Талантливый конструктор подводных лодок, чьи проекты и разработки являлись каждый раз новыми этапами в развитии подводного кораблестроения, А.К. Назаров до конца своих дней сохранил интерес к творчеству, поддерживал связь с сотрудниками конструкторского бюро.

Александр Карпович, всю свою жизнь работая над созданием новой техники, проявлял не только опыт, но также и стойкость характера.

А.К. Назаров скончался в Санкт-Петербурге в 1997 г. ■

**13** марта 2006 г. в Большом зале заседаний Мариинского дворца под руководством председателя Законодательного Собрания, действительного члена Санкт-Петербургского Морского Собрания, доктора технических наук, академика Академии транспорта РФ В.А. Тюльпанова состоялась историческая военно-морская конференция «Подводные силы на службе Отечеству. История и современность».

Инициаторами и организаторами конференции выступили Совет Старшин Санкт-Петербургского Морского Собрания и военно-историческая секция Дома ученых Российской академии наук. Активными участниками конференции были Военно-морская академия им. Н.Г. Кузнецова и ФГУП «ЦКБ МТ «Рубин».

В работе конференции приняли участие адмиралы и офицеры-подводники, Ленинградская военно-морская база, Военно-морская академия им. Н.Г. Кузнецова, 6-е Высшие офицерские классы ВМФ России, высшие морские и военно-морские учебные заведения, руководители и ведущие специалисты научно-исследовательских институтов ВМФ России, представители организаций и предприятий оборонно-промышленного комплекса, представители правительства Санкт-Петербурга, Центрального военно-морского музея, Российского Государственного архива ВМФ РФ, Центрального военно-морского архива, Центральной военно-морской библиотеки, Российской Православной Церкви и ряда других организаций города, известные общественные и политические деятели.

# ИСТОРИЧЕСКАЯ ВОЕННО-МОРСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ, ПОСВЯЩЕННАЯ 100-ЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ ПОДВОДНЫХ СИЛ ВМФ РОССИИ

*С.П. Сирый, проф., капитан 1-го ранга запаса*

Среди участников конференции в президиуме были почетные члены СПбМС: генерал армии В.С. Бобрышев, адмиралы: Герой Советского Союза доктор военных наук, профессор А.П. Михайловский, доктор военных наук, профессор В.Н. Поникаровский, кандидат военных наук доцент В.П. Еремин, начальник ВМА им. Н.Г. Кузнецова Ю.Н. Сысуев; генеральный конструктор начальник ФГУП «ЦКБ МТ «Рубин», академик РАН Герой Социалистического Труда И.Д. Спасский; старшины СПбМС: Герой России, генеральный директор ФГУП «Адмиралтейские верфи», почетный гражданин нашего города, доктор технических наук, профессор В.Л. Александров, генеральный конструктор НАПЛ «ЦКБ МТ «Рубин», док-



На трибуне – председатель Законодательного Собрания Санкт-Петербурга В.А. Тюльпанов



тор технических наук, профессор Ю.Н. Кормилицин; действительные члены СПб МС вице-губернатор Петербурга В.Н. Лобко, глава администрации Выборгского района города В.И. Колесников, Герой России, заместитель генерального директора ФГУП «Адмиралтейские верфи» контр-адмирал В.Н. Дронов; ветераны-подводники Герои Советского Союза, вице-адмиралы Е.А. Томко и Е.Д. Чернов.

При регистрации участникам конференции вручали журнал «Морской вестник» (№ 1 за 2006 г.), приуроченный к юбилею подводных сил России.

Конференцию открыл председатель СПб МС кандидат политических наук Н.В. Орлов. С вступительным словом выступил председатель ЗакСа В.А. Тюльпанов, который, в частности, напомнил присутствующим. «Дату «высочайшего соизволения» (19 марта по новому стилю) принято считать официальным днем рождения подводных сил России. А уже через три недели 27 марта 1906 г. в Либаве (Лиепая) был создан первый в России Учебный отряд подводного плавания, целью которого была подготовка специалистов-подводников.

Проблема подводного плавания занимала умы многих людей еще во времена глубокой древности. Практическое же ее решение зависело в первую очередь от уровня развития науки и техники. В нашей стране созданием подводного корабля первым занялся уроженец подмосковного села Покровское-Рубцово Ефим Никонов, работавший плотником на верфи. В своей челобитной Петру I в конце 1718 г. он писал о «потаенном судне». Именно ему принадлежит первая отечественная попытка реализовать идею создания движущегося под водой обитаемого и управляемого человеком боевого средства, способного скрытно приближаться к надводным кораблям и судам противника и поражать их взрывным зарядом.



*Выступление председателя СПб МС Н.В. Орлова*

сии были и трагические моменты. Но нет сомнений, что страна, преодолев затянувшийся экономический кризис, учтя трагические уроки, вновь станет на путь укрепления своего военно-морского флота. И тезис «Россия была, есть и будет великой морской державой» станет не лозунгом, а реальностью».

С основным докладом «Исторический путь подводных сил ВМФ России» выступил начальник ВМА им. Н.Г. Кузнецова адмирал Ю.Н. Сысуев. С содокладами выступили: начальник кафедры тактики подводных лодок ВМА, доктор военных наук, профессор, капитан 1 ранга В.Г. Крамаренко на тему «Подводные силы ВМФ СССР в период решения задач стратегического сдерживания в Мировом океане в 1960-1980-е гг.» и генеральный конструктор НАПЛ ФГУП «ЦКБ МТ «Рубин» доктор технических наук, профессор Ю.Н. Кормилицин на тему «Перспективные кораблестроительные технологии, облик подводных лодок будущего».

После конференции состоялась торжественная часть,



*В первом ряду (слева-направо): вице-губернатор СПб В.Н. Лобко, вице-адмирал В.И. Колобин, помощник депутата ЗакСа Г.Б. Детков*

Значительный вклад в прогресс подводного кораблестроения внес Санкт-Петербург – морская столица России, которая является научно-технической колыбелью всех отечественных подводных лодок, начиная от «потаенного судна» Ефима Никонова и до последних новейших атомных субмарин типа «Юрий Долгорукий».

К сожалению, в вековой истории подводных сил Рос-



*В первом ряду (слева-направо): вице-адмиралы В.Ю. Кудрявцев и А.А. Римашевский*

во время которой героям-подводникам и адмиралам-подводникам от имени Главнокомандующего ВМФ России адмирала В.В. Масорина были вручены медали Министерства обороны РФ «За службу в Подводных силах», а также орден и медали СПб МС.

В заключение торжественных мероприятий состоялся прием в честь 100-летия подводных сил России. ■



**3** февраля 2006 г. в Тронном зале Екатерининского дворца Государственного музея-заповедника Царское Село г. Пушкина прошла 26-я ассамблея Санкт-Петербургского Морского Собрания, посвященная 11-летию со дня его воссоздания и 100-летию подводных сил России.

По традиции Н.В. Орлов выступил с краткой речью, в которой напомнил присутствующим о проделанной Морским Собранием за истекший период работе, познакомил с планами на текущий год. В частности, он отметил следующее: «*Большое внимание Морское Собрание по-прежнему уделяет научно-исторической деятельности. С 1997 г. оно принимает участие в работе Международного географического общества, а также в ежегодных международных семинарах на тему: «Защита интересов судовладельцев».*

27 января по случаю 10-летия со дня воссоздания и 95-летия со дня создания СПб МС в Доме ученых Российской академии наук председателем секции истории Российского флота - историографом СПб МС заслуженным работником высшей школы России профессором капитаном 1 ранга запаса С.П.Сирым был прочитан доклад на тему: «*Санкт-Петербургское Морское Собрание. История и современность*».

24 марта по случаю 260-летия со дня рождения выдающегося русского флотоводца адмирала Ф.Ф.Ушакова, причисленного Русской Православной Церковью к лику святых, в Доме ученых РАН кандидат исторических наук доцент капитан 1 ранга И.Н. Нужнов представил доклад на тему: «*Адмирал Ф.Ф.Ушаков – национальный герой России*».

СПб МС принимало активное участие в международной научно-практической конференции «Военное дело России и ее соседей в прошлом, настоящем и будущем», в которой были задействованы руководство Вооруженных Сил России, представители Администрации Президента РФ, Совета Федерации Федерального собрания РФ, аппарата Совета безопасности РФ, МИДа России, МВД, МЧС, ФСБ России, Минкультуры, Росвоенцентра, РОК «Победа», РАН, Российского комитета ветеранов войны и военной службы, правительства Санкт-Петербурга, ведущих российских историков, ветеранов Вооруженных Сил РФ и зарубежных делегаций. Конференция в соответствии с

# АССАМБЛЕЯ САНКТ- ПЕТЕРБУРГСКОГО МОРСКОГО СОБРАНИЯ (ФЕВРАЛЬ 2006 Г.)

**С.П. Сирый**, проф., капитан 1-го ранга запаса



Выступление ГК ВМФ РФ, Почетного председателя СПб МС, адмирала В.В. Масарина

поручением Президента РФ от 28 января 2004 г. прошла в Доме офицеров Ленинградского военного округа с 29 по 31 марта 2005 г.

Собрание также принимало активное участие в научно-практической конференции «История, перспективы



Участники Ассамблеи в Тронном зале Екатерининского дворца г. Пушкина

развития и боевого применения авианосных кораблей (авианосцев) ВМФ России», которая проходила 25 марта 2005 г. в Военно-морской академии.

4 мая СПб МС организовало и провело прием-чествование ветеранов Великой Отечественной войны-моряков по случаю 60-летия Победы.

26-27 мая в Доме ученых Российской академии наук была проведена военно-морская историческая конференция на тему: «Итоги и уроки Цусимы».

17 июня в Чесменском дворце совместно с Чесменской церковью была организована, подготовлена и проведена историческая научно-церковная военно-морская конференция на тему: «Чесма. Великая победа», посвященная 235-летию со дня победы русских эскадр в Чесменском сражении над турецким флотом и 225-летию Чесменской церкви. В работе конференции приняли участие члены СПб МС, Военно-морская академия им. Адмирала Флота Советского Союза Н.Г.Кузнецова, Центральная военно-морская библиотека, Дом ученых Российской академии наук, Центральный военно-морской музей, Санкт-Петербургский Государственный технический университет, Российский Государственный архив ВМФ, Институт всеобщей истории Российской академии наук, Государственный музей истории Санкт-Петербурга, Чесменская церковь и ВВМИИ им. А.Н.Крылова.

24 июня прошел Чесменский ужин, посвященный этому же событию, а также Дню Военно-Морского Флота России.

Члены СПб МС участвовали в Международном военно-морском салоне (IMDS-2005), проходившем 29 июня по 3 июля в Санкт-Петербурге.

7 июля 2005 г. в связи с 235-летием Чесменской победы и 225-летием Чесменской церкви в последней были проведены совместно с СПб МС юбилейные торжества. После Божественной литургии и крестного хода в честь престольного праздника Чесменской победы и 225-летия Чесменской церкви настоятель храма протоиерей Алексей Крылов, он же заведующий отделом Санкт-Петербургской Епархии Русской Православной Церкви по связям с Военно-морскими частями и военно-морскими учебными заведениями города и области обратился к собравшимся участникам торжеств с поздравлениями. Торжественную церемонию открыл вице-губернатор Петербурга В.Н. Лобко. В своем выступлении он подчеркнул, что у нашей страны – особая миссия: делать так, чтобы мир жил в мире, чтобы жизнь была краше, а главное – «исполнять заветы предков: крепить и умножать Россию». Председатель СПб МС в своем выступлении познакомил с интересными фактами Чесменского сражения. Так, на 11 рос-

сийских убитых моряков приходилось 11 тысяч убитых турок, потопленных и взятых в плен; на 1 наш корабль – 56 турецких.

26 июля в Петербурге на Никольском кладбище Троицкой Александро-Невской лавры состоялось торжественное перезахоронение праха последнего морского министра императорского флота России адмирала Ивана Константиновича Григоровича. В этом мероприятии приняло самое деятельное участие СПб МС, о чем «Морской Вестник» уже рассказывал.

Так, через 75 лет завешание адмирала похоронить рядом с любимой женой Марией Николаевной в фамильном склепе Никольского кладбища Троицкой Александро-Невской лавры – было выполнено.

Главнокомандующий ВМФ России Адмирал флота В.И. Куроедов выразил председателю СПб МС Н.В. Орлову благодарность за большую работу и личное участие в решении сложных вопросов, связанных с увековечиванием памяти адмирала И.К. Григоровича.

23 сентября на подводной лодке – музее «Д-2» – СПб МС провело презентацию книги «Пароль – семнадцать» автора В.К. Грабаря, посвященной 17-му выпуску Ленинградского нахимовского училища.

21 октября в Доме ученых РАН кандидат медицинских наук доцент генерал-майор в отставке Герой Социалистического Труда заслуженный врач России А.И. Чалганов прочитал доклад на тему: «Небесный покровитель Санкт-Петербурга Александр Невский и современность».

24 ноября в Доме ученых СПб МС совместно с ЦНИИ МО РФ была организована и проведена военно-морская научно-историческая конференция, посвященная 50-летию этого института, на тему: «Российская наука на службе Военно-морскому флоту: история и современность».

2 декабря там же МС был организован и проведен круглый стол на тему: «Морская пехота на службе Отечеству: история и современность», посвященный 300-летию со дня создания морской пехоты ВМФ России.

30 декабря на крейсере «Аврора» прошла презентация книги Г. Александровского «Цусимский бой» (Издательский Дом «Русская симфония»), на которую были приглашены ветераны флота, потомки адмиралов, офицеров и матросов, сражавшихся в Корейском проливе в 1905 г. Сам крейсер «Аврора» принимал участие в Цусимском сражении.

В декабре на могиле Почетного члена Санкт-Петербургского собрания адмирала А.М. Калинина по заказу МС было установлено надгробие.



Слева-направо: председатель СПб МС Н.В. Орлов, О.П. Погодина и вице-губернатор СПб В.Н. Лобко



Генеральный директор ОАО «Пролетарский завод» В.Ф. Суслов с супругой Валентиной Яковлевной





Герб  
Санкт-Петербургского  
Морского собрания



# Санкт-Петербургское Морское Собрание

1910

ОСНОВАНИЕ

1995

ВОЗРОЖДЕНИЕ



Орденский знак  
Морского собрания  
(высшая награда)



Орден  
«За заслуги в морской  
деятельности  
1 степени»

Собрание Морское —  
Союз морских людей

Здесь знают, что такое  
Отечество и Честь



Орден  
«За воинскую доблесть  
1 степени»



Золотая медаль  
«Петр I»



Орден  
«За трудовую  
доблесть  
1 степени»



Серебряная медаль  
«А.Н. Крылов»



190000, Санкт-Петербург,  
Английская набережная, 42  
тел.: (812) 312-70-92, 315-26-70



С момента воссоздания СПб МС оказывает помощь воинским частям и соединениям ЛенВМБ.

*Собранием учреждены и ежегодно выплачиваются выпускникам и курсантам морских и военно-морских учебных заведений премии и стипендии Собрания: в 2005 г. стипендия выплачивалась из расчета одна на факультет. В Военно-морской академии им. Н.Г. Кузнецова количество награжденных премиями зависит от решения Ученого совета и составляет 8-18 человек в год.*

*Собрание издает буклеты, выпускают газету «Вестник Морского собрания», посвященные его деятельности, календари. Деятельность СПб МС освещается также в журналах «Морской вестник» и «Флотэксперт», в «Морской газете». В юбилейном году Собранием изданы научные труды военно-морских исторических конференций, организованных и прошедших под его эгидой.*

*Что касается деятельности Собрания в текущем году, то она будет проходить в соответствии с уставом под лозунгом 100-летия подводных сил России».*

После отчета о проделанной работе в Почетные члены МС были приняты Главнокомандующий ВМФ России адмирал В.В. Масорин и командующий Северным флотом вице-адмирал В.С. Высоцкий.

ГК ВМФ России адмирал В.В. Масорин выступил с речью, в которой он, в частности, отметил: «В этом зале чувствуешь свою причастность к блестящему Российскому императорскому флоту, к могучему ракетно-ядерному флоту Советского Союза и чувствуешь ответственность за то, что сегодня происходит с флотом... Мы должны достойно и по-настоящему в этом году отметить 100-летье подводных сил. И не только праздниками и концертами, а боевыми делами». В.В. Масорин отметил важность для флота и России событие перезахоронения праха адмирала И.К. Григоровича и роли инициатора, организатора этой церемонии Н.В. Орлова.

Затем вице-губернатор Санкт-Петербурга В.Н. Лобко поздравил МС с очередной годовщиной и 100-летием подводных сил России. «Пусть всем Вам сопутствует удача. – сказал он. – Я хочу отметить также тот факт, что в нашем городе возрождена замечательная традиция – возрождение Морского Собрания, которое объединяет истинных патриотов Отечества. Объединяет людей, которые знают цену морскому делу и которые сохраняют традиции истории флота России, не позволяют извращать и переписывать эту героическую историю. И что особенно важно, вы несете эти знания эти убеждения молодому поколению».

На ассамблее, как обычно, были произведены награждения:

- орденом «Орденский знак»: Почетный председатель СПб МС ГК ВМФ России Адмирал В.В. Масорин, старшина Совета старшин председатель ассоциации «Безопасность» А.И. Штепа, Почетный член Собрания командующий Тихоокеанским флотом адмирал В.Д. Федоров, действительный член Собрания генеральный директор ОАО «Пролетарский завод» В.Ф. Суслов;
- орденом «За заслуги» I степени – действительный член СПб МС генеральный конструктор ФГУП «СПМБМ «Малахит» В.Н. Пялов и действительный член СПб МС генеральный директор ОАО «Судпромкомплект» В.В. Дударенко;
- орденом «За трудовую доблесть» I степени – старшина Совета старшин МС генеральный директор ОАО «Канонерский судоремонтный завод» Н.М. Вихров, действительный член СПб МС генеральный директор ФГУП «Аврора» В.В. Войтецкий, старшина Совета старшин генеральный конструктор ФГУП «ЦКБ МТ «Рубин» Ю.Н. Кормилицин;
- орденом «За заслуги» II степени – почетный член СПб МС начальник Главного штаба ВМФ адмирал М.Л. Абрамов, действительный член СПб МС вице-

губернатор Санкт-Петербурга В.Н. Лобко, заместитель начальника Департамента обеспечения правопорядка на закрытых территориях и режимных объектах МВД России генерал-майор милиции В.В. Набоков, действительный член СПб МС генеральный директор ЦНИИ «Гранит» Г.А. Коржавин, представитель губернатора Вологодской области в СПб В.В. Медведев, действительный член СПб МС председатель Совета директоров ЗАО «Морские навигационные системы» С.Р. Комаров, действительный член СПб МС генеральный директор ООО «Приозерский ДОЗ» А.М. Белов, начальник Новгородской таможни М.С. Дятлев, начальник Северо-Западного центра МЧС генерал-майор А.П. Чуприян;

- орденом «За воинскую доблесть» II степени – Почетный член Собрания командующий Северным флотом вице-адмирал В.С. Высоцкий, Почетный член СПб МС начальник Военно-морской академии им. Адмирала Флота Советского Союза адмирал Ю.Н. Сысуев, действительный член СПб МС профессор Военно-морской академии, историограф СПб МС капитан 1 ранга в отставке С.П. Сирый, Почетный старшина Совета старшин контр-адмирал в запасе Ю.М. Халиуллин;
- орденом «За трудовую доблесть» II степени – действительный член СПб МС генеральный конструктор ФГУП «Северное ПКБ» В.Е. Юхнин, действительный член СПб МС заместитель председателя комиссии по морской национальной политике при Совете Федерации РФ А.Н. Быстров, действительный член СПб МС генеральный директор ЗАО «РАМЕК – ВС» А.Г. Бельтов, главный специалист ФГУП «ЦКБ МТ «Рубин» А.Н. Умаров, Почетный член Собрания директор Федеральной службы Морского порта В.Л. Быков, действительный член СПб МС главный инженер ФГУП «Малахит» В.А. Остапенко, действительный член СПб МС заместитель начальника ФГУП «Малахит» В.А. Никогосьянц;
- орденом «За заслуги в морской деятельности» III степени – заместитель ГК ВМФ России по воспитательной работе контр-адмирал Ф.С. Смуглин, председатель Архангельского МС контр-адмирал В.М. Федорин, старшина Совета старшин Ростовского МС О.И. Грызлов, действительный член СПб МС президент группы компаний ЗАО «Транзас» Н.Ю. Лебедев, действительный член СПб МС генеральный конструктор ГУП ЦМКБ «Алмаз» А.В. Шляхтенко, действительный член СПб МС заместитель генерального директора ОАО «Канонерский судоремонтный завод» В.В. Бортовский, действительный член СПб МС генеральный директор Ассоциации Балтийских судовладельцев Р.М. Гурков, действительный член СПб МС начальник учебного отдела ГМА им. С.О. Макарова Н.А. Алексеев, заместитель начальника Военно-медицинской академии по научной работе генерал-майор Ю.В. Лобзин;
- золотой медалью «Петра Великого» – генеральный директор ОАО «Морской порт СПб» С.А. Вишняков, помощник депутата Законодательного Собрания Санкт-Петербурга Г.Б. Детков, действительный член СПб МС генеральный директор ЗАО «Си Экспресс» С.А. Лузинов, действительный член СПб МС начальник управления ФГУП №519 С.А. Яковлев, действительный член СПб МС, начальник отдела кадров государственной службы и наград администрации Выборгского района Н.С. Чесноков.

На Ассамблее были вручены также грамоты ГК ВМФ России. Все награды вручал лично Почетный председатель СПб МС ГК ВМФ России адмирал В.В. Масорин.

Председатель МС Н.В. Орлов поздравил награжденных, пожелал всем крепкого здоровья, счастья, благополучия, успешной работы и службы на благо Российского государства и флота.

После официальной части состоялся праздничный ужин, гуляние в парке дворца и красочный фейерверк. ■

Одними из первых стран, обогативших Европу полотнами, изображающими море и корабли, были Италия и Голландия. Первым голландским художником-маринистом можно назвать Гендрика Корнелиса Врома (1566(?)–1640). Изображения кораблей на его картинах отличаются высокой точностью.

Одним из значительных шагов к установлению добрососедских отношений России с другими странами Европы стало организованное Петром I Великое Посольство 1697–1698 гг. Во время пребывания Петра I в Голландии для него 1 сентября 1697 г. был дан показательный бой на реке Эй, в котором принял участие и сам русский царь. Свидетелем и участником этих

маневров был голландский живописец Абрахам Шторк (Сторк) (1644–1710). Художник исполнил две картины, изображающие данное событие. Одно из них хранится сейчас на родине художника, в Амстердамском историческом музее, а второе было подарено русскому царю и ныне хранится в собрании Центрального военно-морского музея.

Коллекция Центрального военно-морского музея была основана также в эпоху Петра Великого – в 1709 г. В 2009 г. музей встретит свое 300-летие. В обширном музейном собрании значительное место занимают живописные и графические работы зарубежных художников-маринистов, чье творчество раскрывает историю флота и их родных стран, и России.

Можно с уверенностью сказать, что зарубежные художники-маринисты стали во многом учителями русских «певцов моря» – И.К. Айвазовского, А.П. Боголюбова, Л.Д. Блинова, которые переняли художественные принципы своих предшественников, тем более что многие выпускники петербургской Академии художеств отправлялись для стажировки и совершенствования мастерства за границу.

Коллекцию живописи и графики периода XVII–XIX вв. из собрания Центрального военно-морского музея можно условно разбить на следующие сюжеты: изображения кораблей, портреты деятелей флота, морские пейзажи, морские сражения и abordажные сцены, кораблекрушения, ловля рыбы и охота на китов, виды приморских городов, фортов и крепостей.

Серия картин, посвященная эпизодам Чесменского сражения 1770 г. и хранящаяся сейчас в Большом Петергофском дворце, прославила немецкого художника-пейзажиста Якоба Филиппа Хаккерта (1737–1807). В Центральном военно-морском музее хранятся 14 гуашей-эскизов этих полотен. Они композиционно почти не отличаются от картин, но качество исполнения рисунков намного выше.

В 1804 г. английский художник-баталист и портретист Роберт Кер Портер (1777–?) был приглашен в Россию и получил заказ по оформлению Большого зала Адмиралтейства. Им были написаны два парадных портрета – императоров Петра I и Александра I и два исторических полотна – «Взятие в плен шведского контр-адмирала Эреншильда в Гангутском сражении. 1714 год» и «Взятие Азова. 1696 год». Последнее изображает разгром турецкой флотилии, пытавшейся прорваться к осажденной крепости.

Картины английского художника Николаса Мэтью Конди-младшего (1818–1851), написанные в 1842–1846 гг., относятся к классическим примерам маринизма XIX в. Они были исполнены в одинаковом размере и предназначались для украшения интерьеров королевской парусной яхты, построенной в Англии и подаренной русскому императору Николаю I. С разрешения королевы Виктории яхта была названа ее именем. До 1886 г. картины находились на яхте и в 1887 г. поступили в музей.

# РАБОТЫ ЗАРУБЕЖНЫХ ХУДОЖНИКОВ- МАРИНИСТОВ XVII–XIX ВВ.

ИЗ СОБРАНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ВОЕННО-МОРСКОГО МУЗЕЯ

*М.В. Матвеева, научный сотрудник сектора изобразительного искусства Центрального военно-морского музея*

Следует отметить тот факт, что Николас Мэтью Конди-младший был одним из художников-оформителей интерьеров кораблей. Как правило, он изображал на своих полотнах эпизоды из истории корабля, для которого они предназначались. Картины вешались в кают-компаниях и других помещениях, не только украшая интерьеры, но и помогая создать благоприятный психологический климат среди экипажа корабля.

Голландские, английские и французские художники нередко воссоздавали на своих полотнах сцены abordажного боя. Неоднократно к изображению abordажных сцен обращался французский художник Франсуа Огюст Биар (1798–1882). Он родился в Лионе, с 1835 г. жил в Париже. Много путешествовал по Европе, делая путевые зарисовки, военные и исторические сюжеты писал редко. Некоторое время работал в Лондоне. В музее находятся два полотна Ф. О. Биара – «На палубе английского корабля во время сражения» (1855 г.) и близкая по сюжету и композиционным приемам картина «Подготовка к abordажному бою на палубе французского корабля». Картины отличаются сложными многофигурными композициями, убедительной передачей подготовки к бою на палубе парусно-винтовых кораблей и тщательной проработкой деталей корабельной архитектуры и морского быта. С одинаковым уважением художник показывает зрителю повседневную деятельность не только своих соотечественников-французов, но и англичан, защищающих свое отечество. Эти полотна выходят за рамки национальной живописи, подчеркивая интернациональную природу маринизма.

Зарубежные художники-маринисты часто приглашались на русскую службу. Разумеется, в России они тосковали по своей далекой родине, однако интерес к стране, принявшей их и ставшей для них вторым домом, также был высок. Иностранные художники неоднократно посещали Санкт-Петербург и с удовольствием изображали красоту Северной столицы России.

В последние годы своей жизни в России работал французский живописец и литограф Фердинанд Виктор Перро (1808–1841). Им были исполнены морские виды и литографии с изображением Петербурга. Не менее мастерскими произведениями являются изображение Охтинской верфи, сделанное Луи Огюстом Мейером, и вид Ревеля, исполненный Людвигом Премацци (1814–1891).

Украшением коллекции музея являются картины датского художника и гравера Антона Мельби (1811–1875).

Работы зарубежных художников и графиков, посвятивших свое творчество морской стихии, ныне являются украшением экспозиции и многочисленных выставок Центрального военно-морского музея. Произведения маринистов, малоизвестных и знаменитых, в одинаковой степени не могут оставить равнодушными зрителя. ■





*Посещение Петром I Голландии (Показательный бой на реке Эй 1 сентября 1697 г. в честь Петра I).  
Художник А. Шторк, 1698 г.(?) Холст, масло*



*Гибель русского корабля «Св. Евстафий».  
Художник Я. Ф. Хаккерт, 1770–1771 гг. Картон, гуашь*





*Взятие Азова, 1696 г.  
Художник Р. К. Портер. Начало XIX в. Холст, масло*



*Ревель в середине XIX в.  
Художник Л. Премацци, 1950 г. Бумага, акварель*



*Гонки яхт.  
Художник Н. М. Конди-младший, 1842 г. Холст, масло*



*Вид верфи на реке Охте.  
Художник Л. О. Мейер, середина XIX в. Холст, масло*



*110-пушечный корабль «Император Александр».  
Художник Ф. В. Перро, 1840 г. Холст, масло*



*Петербургская биржа. Вид с реки Невы на Стрелку Васильевского острова.  
Художник Ф. В. Перро, ок. 1840 г. Бумага, цветная литография*





*Линейный корабль.  
Художник А. Мельби, 1859 г. Холст, масло*

## VII Всероссийская научно-практическая конференция МОРИНТЕХ-ПРАКТИК “Информационные технологии в судостроении - 2006”

Время проведения:  
15-16 июня 2006 года

Место проведения:  
ОАО Судостроительный завод  
“Северная верфь”

Оргкомитет  
Тел.: +7(812) 496-6929  
praktik@marinconf.ru,  
<http://www.marinconf.ru>

Организаторы:



ОАО Судостроительный завод  
“Северная верфь”

MARINCONF

Информационный центр  
“МАРИНКОНФ”

Организационный  
партнёр:



CSoft Spb / Бюро ESG



Оргкомитет выставки «НЕВА–2007»  
Генеральному директору  
ЗАО «Транстех Нева Эксибишнс»  
А.Н. Тихомирову  
Телефон +7 (812) 321 2676, 321 2817  
Факс +7 (812) 321 2677  
ttn@peterlink.ru  
www.setcorp.ru



## ЗАЯВКА НА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ БРОНИРОВАНИЕ ПЛОЩАДИ НА ВЫСТАВКУ **НЕВА–2007**

Россия, Санкт-Петербург, сентябрь 2007 года

|                                                                                                       |                  |                                          |  |     |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------|--|-----|--|
| Наименование<br>экспонента<br>(предприятия)                                                           |                  |                                          |  |     |  |
| ИНН                                                                                                   |                  | ОГРН                                     |  | КПП |  |
| Юридический адрес                                                                                     |                  |                                          |  |     |  |
| Фактический адрес<br>(если не совпадает<br>с юридическим)                                             |                  |                                          |  |     |  |
| Руководитель                                                                                          | Должность        |                                          |  |     |  |
|                                                                                                       | Ф.И.О. полностью |                                          |  |     |  |
|                                                                                                       | Телефон          |                                          |  |     |  |
| Ответственный<br>за организационные<br>вопросы по выставке                                            | Должность        |                                          |  |     |  |
|                                                                                                       | Ф.И.О. полностью |                                          |  |     |  |
|                                                                                                       | Телефон          |                                          |  |     |  |
|                                                                                                       | Факс             |                                          |  |     |  |
| Заказываемая закрытая выставочная площадь в павильоне (м <sup>2</sup> ):                              |                  |                                          |  |     |  |
| Линейная (открытая<br>с одной стороны)                                                                |                  | Торцевая (открытая<br>с трех сторон)     |  |     |  |
| Угловая (открытая<br>с двух сторон)                                                                   |                  | Островная (открытая<br>с четырех сторон) |  |     |  |
| Заказываемая открытая выставочная площадь вне павильона на территории<br>комплекса (м <sup>2</sup> ): |                  |                                          |  |     |  |
| На улице                                                                                              |                  | В акватории                              |  |     |  |

Просим выслать по вышеуказанному адресу «Условия участия в выставке».

Руководитель предприятия \_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_

Ответственные за организационные  
Вопросы по выставке \_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_

М.П. \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200 \_\_\_\_\_ г.



**В** начале марта в Лондоне с успехом прошла Всемирная морская технологическая конференция (WMTC-2006). Это вторая международная конференция по морской технике и технологии подобного масштаба, проводимая под эгидой Всемирного морского технологического конгресса (World Maritime Technology Congress), объединяющая крупнейшие научно-технические общества морского направления ряда стран (Великобритании, США, Испании, Бразилии, Индии, Кореи), включая Российское Научно-техническое общество судостроителей. Первая конференция этой серии, организованная Американским обществом корабельных инженеров (SNAME), была проведена в 2003 г. в Сан-Франциско, США.

WMTC-2006 организована Международным институтом морского инжиниринга, науки и технологии (IMarEST). Главными спонсорами конференции были компании: «Inmarsat», «Alstom», «P&O Princess», «Lloyd's Register», «Rolls-Royce». Общее число участников конференции превысило 1000 человек, представивших 36 стран, в том числе: Великобританию, США, Россию, Германию, Францию, Нидерланды, Норвегию, Данию, Италию, Швецию, Испанию, Канаду, Австралию, Индию, Японию, Ирландию, Сингапур, Нигерию, Шри-Ланку, Швейцарию, Фиджи, Хорватию, Тайвань, Бразилию, Финляндию, Новую Каледонию, ОАЭ, Вьетнам, Грецию, Кению, Малайзию, Словению, Корею, Турцию, Кипр, Катар.

В первый день работы конференции 6 марта состоялось пленарное заседание. Конференцию открыл президент IMarEST Морис Сторей, который предоставил слово для приветствия Почетному президенту IMarEST герцогу Эдинбургскому. Герцог, управляя через Интернет подводным аппаратом, расположенным в Морском аквариуме в Плимуте, открыл с помощью манипуляторов сундук, из которого на поверхность всплыл поплавок с надписью «Всемирная морская технологическая конференция открыта».

Пленарные доклады сделали:

*Эфтимийос Митропулос (генеральный секретарь ИМО)*. Он подчеркнул роль человеческого фактора в авариях на море и призвал к разработкам интегрированных систем электронной навигации с целью обеспечения безопасности, защиты окружающей среды и уменьшения нагрузки на судоводителя. Господин Митропулос также выразил надежду на развитие экологического мышления при проектировании судна, его эксплуатации и обработке отходов. Касаясь актуального вопроса о балластной воде и выходе судовых силовых установок, он призвал к применению инноваций, приводя примеры судов, не использующих балластную воду, а также экологически при-

# ВСЕМИРНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО МОРСКИМ ТЕХНОЛОГИЯМ WMTC-2006

**К.В. Рождественский,**

*д-р техн. наук, проф. заслуженный деятель РФ, участник WMTC-2006*

емлемых систем утилизации судов;

*Джо Борг (генеральный директор по морским делам и рыболовству Евросоюза)* сообщил о подготовке документа Евросоюза по морской политике, затрагивающего вопросы безопасности плавания, исследований, тренинга, защиты окружающей среды и взаимодействия Евросоюза с международными институтами. Он отметил, что 17 из 20 прибрежных стран ЕС уже внесли свой вклад в создание этого документа;

*вице-адмирал Конрад Лаутенбахер (заместитель министра торговли США по вопросам океана и атмосферы NOAA, директор национальной администрации по океанам и атмосфере)* высказал мнение, что дальнейшее развитие морских технологий во многом связано с необходимостью регулирования все возрастающей по объему навигации. Обращаясь к последствиям ураганов «Рита» и «Катрина» и роли NOAA в восстановлении прибрежных районов Миссисипи, он подчеркнул важность своевременного создания глобальной системы наблюдения и предупреждения стихийных бедствий на море;

*адмирал Роберт Крамек (президент Американского Бюро Судостроительства)* говорил о классификационных аспектах разработок, касающихся безопасности судов и океанских сооружений.

На секционных заседаниях 7–9 марта 220 были сделаны доклады по следующим направлениям:

военно-морской инжиниринг (48); коммерческое судостроение и судостроительство (25); морские инженерные системы (37); подводные технологии (13); нефтегазодобыча (11); энергетика океана (22); картография океана и прибрежных зон (11); управление эксклюзивными экономическими зонами (10); прикладная океанография (24); рифы (19).

Отметим, что при реализации WMTC-2006 были «интегрированы» некоторые уже известные периодические конференции, например, INEC (по

военно-морскому инжинирингу), MAREC (по энергетике океана), ICMES (морские инженерные системы) и др.

Интересной особенностью конференции было проведение «часа инноваций», на котором (в короткой и, как правило, яркой форме) сообщалось о некоторых достижениях науки и техники. В частности о судовом двигателе на эффекте Коанда (проф. Берг, Норвегия); введении в экранопланы (д-р Тейлор, Великобритания); применении трехмерного лазерного сканера (д-р Седарлиф, Великобритания).

8 марта участники заседания секции 2 (см. далее) с большим интересом выслушали доклад профессора В.Л. Александрова «Проект “виртуальный корабль” как интегратор интеллектуального потенциала науки, промышленности и образования», в котором был дан многосторонний анализ современной роли информационных технологий.

Генеральный директор IMarEST Кит Рид сообщил, что по линии Института морской техники СПбГМТУ и РНТОС в качестве совместного проекта для научно-технических обществ морского инженерного направления предложен этот проект. К. Рид предложил в период подготовки WMTC-2009 образовать рабочую группу для координации деятельности по проекту «Виртуальный корабль».

9 марта состоялось закрытие WMTC-2006, на котором было объявлено, что следующая конференция этой серии состоится в Мумбае (Бомбей, Индия) в конце января 2009 г. Председателем международного организационного комитета был избран Френк Мунго, выдвинутой IMarEST как организацией, проводившей WMTC-2006.

Ниже кратко перечислена тематика работы основных секций:

## Секция 1:

Пропульсивные установки кораблей (системы полного электродвижения, электромоторы и приводы, применение дизельных и газотурбинных установок).

Системы глобальной поддержки



кораблей (концептуальные проекты судов для проведения ремонта и технического обслуживания кораблей, логистика, системы получения и обработки информации о функционировании главных двигателей).

Системы моделирования и тренажеры (динамическое моделирование функционирования корабельных машин и механизмов, умерение качки, применение вычислительной гидродинамики, моделирование при проектировании, синтезе, анализе и выборе оптимальных проектных решений).

Инновации в военно-морском инжиниринге (применение электроприводов при использовании корабельного вооружения, моделирования функционирования топливных элементов, интегрирование энергетических установок и пропульсивных систем, вопросы реформирования системы поставок ВМФ и работа с классификационными обществами).

Военно-морские платформы (танкеры для целей ВМФ, суда снабжения, корабли с аэродинамическим подкреплением, система НАТО спасения экипажей подводных лодок).

Человеческий фактор (роль системного инжиниринга при создании и эксплуатации военно-морских платформ, применение комплексного системного анализа с целью проектирования «под оператора», интегрирование процесса проектирования корабля и моделирования действий экипажа).

Автономные военно-морские аппараты (влияние применения беспилотных аппаратов на проектирование кораблей, проектирование автономных надводных аппаратов, технологические варианты запуска воздушного беспилотного аппарата с военно-морской платформы, разработка линейных индукционных электромоторов для запуска для запуска беспилотных аппаратов).

Демонстраторы технологии полного электродвижения кораблей (опыт использования демонстраторов, конвертеры, поведение системы электродвижения в экстремальных условиях).

## Секция 2:

Проектирование судов (новые энергетические установки для скоростных паромов, перспективные пропульсивные установки для больших контейнеровозов, усовершенствование проектирования гребных винтов, работа групп ИМО по вопросам защиты топливных танков, оценка безопасности и нормирование параметрического резонанса при бортовой качке на нерегулярном волнении).

Газовозы (оценка прочности контейнеров мембранного типа для перевозки сжиженного газа при учете внутренних колебаний).

Взаимовлияние движителя, корпуса и энергетической установки (определение гидродинамических сил на гребном винте по результатам измерений деформаций линии вала, применение тензодатчиков на валопроводах

дизельных установок, практическая корректировка линии вала при наличии эксплуатационных смещений подшипников).

Человеческий фактор (бортовая система поддержки принятия решений в реальном времени, учет человеческого фактора при проектировании-переход к целевому принципу формирования правил, применение Парето анализа при оценке безопасности на море, роль морских инженеров при проведении судебных разбирательств).

Судостроение, судоремонт и конверсия (применение наукоемких инженерных методов при обеспечении стандартизации и качества при проектировании конструкций судов, применение виртуального прототипирования в образовании и промышленности, современные технологии индустрии судоремонта и конверсии).

Целевые стандарты и утилизация судов (регулирование безопасности на море, методы оценки и управления рисками при инспектировании судовых конструкций, стандартные контракты утилизации судов).

## Секция 3:

Балластные системы (новые документы ИМО по управлению балластной воды (БВ), управление БВ с применением персональных компьютеров, моделирование удаления зараженной воды, электролитические и другие системы обработки БВ).

Интерфас человек-система аварийной сигнализации (оценка и управление рисками с учетом человеческого и системного фактора, усовершенствование систем аварийной сигнализации, САС на судах торгового флота).

Системы грязной воды и отходов (системы обработки твердых отходов на военно-морских платформах).

Эмиссия (мониторинг эмиссии на борту, снижение вредного выхлопа для морских энергетических установок с прямой эмиссией в воду).

Морские инженерные системы и оборудование (опыт применения аzipодов с электроприводом на морских круизных судах, новое поколение энергетических установок для газозовов, электродвижение для газозовов, виометрический подход к проектированию морских покрытий препятствующих обрастанию, подключение судов и кораблей к системам берегового питания, системы оценки индексирования энергетического функционирования судов).

Гидродинамика (кавитация на гребных винтах, динамика вентилируемых лопастей на подруливающих устройствах).

Гребные винты и подруливающие устройства (кромочные устройства для увеличения к.п.д. гребного винта, нелинейные модели для анализа работы приводов ВРШ, вопросы вибрации и шума подруливающих устройств, сравнительные натурные испытания суперпарома с разными движителями).

Ходкость судов (вентиляция на

стойках, связь поля течения и поперечной силой при движении судов с дрейфом, численная оптимизация систем судно-гребной винт в масштабе натур, Лагранжевы подходы при расчете течений со свободными границами).

## Секция 4:

Применение автономных подводных аппаратов (АПА) при добыче нефти и газа.

Системы автотрекинга при проведении осмотра подводного трубопровода.

Проведение военных операций с использованием АПА.

Проведение подъемно-спасательных операций в Греции посредством подводного аппарата Тетис и телеуправляемых аппаратов.

Обследование подводной части судов и плавучих установок посредством АПА.

Использование бионических принципов при создании движителя для подводного аппарата.

Разработка беспилотных надводных аппаратов.

Системы переменной плавучести.

Применение АПА в научных разработках Национальной администрации США по океанам и атмосфере.

Оценка ограничений по применению АПА в прибрежных зонах.

Следующее поколение специалистов по телеуправляемым ПА.

## Заседание Всемирного морского технологического конгресса (World Maritime Technology Congress)

8 марта 2006 г. в рамках конференции состоялось заседание Всемирного морского технологического конгресса. На заседании присутствовали представители Российского Научно-технического общества судостроителей им. акад. А.Н. Крылова (РНСТОС); Американского общества военно-морских инженеров (ASNE); Датского общества корабельных архитекторов и морских инженеров (DSNAME); Индийского института морских инженеров (IMarEST India); Института морского инжиниринга, науки и технологии (IMarEST); Королевского института корабельных архитекторов (RINA, Великобритания); Американского общества корабельных архитекторов и морских инженеров (SNAME); Общества корабельных архитекторов и морских инженеров Сингапура (SNAMES); Общества подводных технологий (SUT, Великобритания), корабельных архитекторов Японии (SNAJ) и корабельных архитекторов Кореи (SNAC); Ассоциации корабельных инженеров Испании.

Курирующий Конгресс заместитель генерального директора IMarEST Грэм Хокли сообщил о готовности принимать предложения по месту (стране) проведения конференции WMTCS-2012. Представителем Российского НТО судостроителей было сделано сообщение о возможности проведения этой конференции в России в 2012 г. ■



# ЦЕНТРАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО «БАЛТСУДОПРОЕКТ» THE «BALTSUDOPROECT» CENTRAL DESIGN BUREAU



ЦКБ «БАЛТСУДОПРОЕКТ» – старейшее конструкторское бюро России по проектированию гражданских судов. В бюро разработано около 180 проектов, по которым построено более 2800 судов различного типа и назначения общим водоизмещением свыше 11 млн. тонн. В настоящее время ЦКБ является филиалом ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова». Основываясь на богатом опыте проектирования и постройки судов, а также на применении современной САПР «NUPAS-CAD MATIC», ЦКБ предлагает услуги по разработке:

- проектов и техническому сопровождению постройки транспортных судов различного назначения, включая: суда с горизонтальной грузообработкой, контейнеровозы, навалочные, наливные, специальные суда, ледоколы, буксиры, суда снабжения, научно-исследовательские суда и др.;
- проектов переоборудования и модернизации судов различного назначения.

CDB «BALTSUDOPROJECT» is the oldest ship design bureau in Russia that has developed about 180 designs to which about 2800 ships of various type and purposes with the total displacement of over 11 millions tons have been built. At present the Central Ship Design Bureau is the branch of the Krylov Shipbuilding Research Institute. Drawing on wide experience of ship design and shipbuilding and also use of modern CAD system «NUPAS-CAD MATIC» CDB «Balt-sudoproject» offers services as follows:

- development of designs and engineering support for vessels of various purposes including Ro-Ro ships, container ships, bulkers, tankers, dedicated ships, ice-breakers, tugboats, replenishment ships, research ships and others.
- development of projects of reequipment and modernization for ships of various purpose.

Россия, 196158, С.-Петербург, Московское шоссе, 44  
тел.: +7 (812) 727-96-37, факс: +7 (812) 727-93-34, e-mail: bsp@sp.ru







# ОАО «СУДПРОМКОМПЛЕКТ»

123242, Россия, г. Москва, кл. Садовая-Кудринская, д. 11, стр. 1  
тел. (495) 252-23-75, факс (495) 255-59-36, e-mail: spk-k@spk-k.ru

Открытое акционерное общество «Судпромкомплект» (ОАО «Судпромкомплект») является одной из ведущих в России компаний, специализирующихся в сфере комплектации строящихся и последующего технического обеспечения ремонтируемых военных кораблей и судов гражданского назначения всех классов для морского и речного использования.

ОАО «Судпромкомплект» образовано в 1992 г. по инициативе крупнейших в стране судостроительных предприятий в ходе реорганизации Министерства судостроительной промышленности СССР. Базой для создания ОАО «Судпромкомплект» явилось бывшее Главное управление комплектации Минсудпрома, что позволило сохранить и в дальнейшем развить накопленный десятилетиями опыт и партнерские связи в судостроительной, атомной, химической, авиационной, нефтегазодобывающей и других отраслях промышленности.

В настоящее время ОАО «Судпромкомплект» располагает штатом высококвалифицированных специалистов, работающих по таким направлениям, как: логистика, консультативные услуги по вопросам комплектации оборудования, взаимодействие с отечественными предприятиями-изготовителями специального оборудования и материалов, работа с зарубежными партнерами.

Деловая репутация ОАО «Судпромкомплект» подтверждена имеющимися лицензиями на право распространения и ремонта специального судового оборудования.

Деятельность ОАО «Судпромкомплект» осуществляется на основе прямых договорных связей с предприятиями, что исключает посреднические услуги и способствует выработке оптимальной и устойчивой ценовой политики, привлекающей действующих и потенциальных партнеров.

ОАО «Судпромкомплект» успешно осуществляет поставки оборудования и материалов следующего назначения:

- электрооборудование (в том числе специальные морские двигатели и преобразователи различных типоразмеров);
- насосное оборудование (в том числе специальные морские насосы). ОАО «Судпромкомплект» входит в состав Российской Ассоциации производителей насосов (РАПН), которая является членом Европейской Ассоциации производителей насосов;
- холодильное оборудование (морские специальные холодильные установки производительностью свыше 2500 ккал/ч, компрессорные и конденсаторные агрегаты и запасные части к ним);
- аппаратура связи;
- противопожарное оборудование;
- компания также поставяет широкий ассортимент другого морского оборудования.

ОАО «Судпромкомплект» работает с более чем 100 предприятиями, расположенными в разных регионах России. К числу его давних партнеров относятся: ФГУП «Адмиралтейские верфи», ФГУП «ПО «Севмаш», ОАО «Северная верфь», ФГУП «ПО «Баррикады», ОАО АК «Тулмашзавод» и другие известные предприятия. По межправительственным соглашениям осуществляет поставки в страны СНГ – Казахстан, Киргизия, Украина, а также в страны дальнего зарубежья – Индия, Китай, Алжир, Финляндия, Швеция и другие.



**ОАО «Судпромкомплект» приглашает к долговременному и надежному сотрудничеству новых российских и зарубежных партнеров.**



# **УП ОАО "СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ПРИБОРЫ"**

Разработка, производство, испытания, пуско-наладочные работы, обучение персонала, гарантийное и сервисное обслуживание систем управления и контроля различных классов и назначений – от локальных систем управления отдельными агрегатами (сепараторами, компрессорами, дизель-генераторами и т.п.) до комплексных автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) сложных объектов.

## **Системы автоматического управления техническими средствами для судов всех типов**



## **Системы автоматического управления, контроля и диспетчеризации технологических процессов перегрузки и хранения различных видов сыпучих и наливных грузов в портовых терминалах**



**Методический кабинет  
с программно-аппаратным  
комплексом тренажера  
ТГОС-2006  
по грузовым операциям  
на сухогрузных судах  
различного назначения**

**ОАО «Системы управления и приборы»  
Россия, 194021, г.Санкт-Петербург, ул.Карбышева, 15  
тел. (812) 297-74-60, e-mail: suip@rol.ru**