

Морской

Вестник



№2(42)

И Ю Н Ъ

2 0 1 2

ISSN 1812-3694

Morskoy Vestnik



Всемирная Морская Технологическая Конференция

29 мая – 1 июня 2012 года
Санкт-Петербург, Россия

Организаторы

Российское научно-техническое
общество судостроителей
им. акад. А.Н. Крылова



Санкт-Петербургский
государственный морской
технический университет



Поддержка

Морская коллегия
Российской
Федерации



Морской совет
Санкт-Петербурга



Генеральный спонсор

Объединенная судостроительная корпорация



ОБЪЕДИНЕННАЯ СУДОСТРОИТЕЛЬНАЯ КОРПОРАЦИЯ®

Brian Chang Holdings Limited

ANSYS

CADFEM

PIPAUAV

Defence And Offshore Engineering
Company Limited



Балтийский Банк

MSC Software

Simulating Reality, Delivering Certainty™

AVEVA

CONTINUAL PROGRESSION

TRANSAS

Autodesk

IDEAL PLM

Your Partner in PLM Success

mobius
INFORMATION TECHNOLOGY CENTRE

Участникам четвертой Всемирной морской технологической конференции

Уважаемые участники конференции!

Сердечно приветствую делегатов и гостей четвертой Всемирной морской технологической конференции в морской столице России – городе Санкт-Петербурге.

Всего за несколько десятилетий технологического прогресса океаны и моря из гигантских пространств, разделяющих континенты, превратились в зоны бурного развития и возникновения крупных проектов освоения Мирового океана, требующих высокой степени международного сотрудничества.

Россия, обладающая самой протяженной морской границей и самым большим арктическим побережьем, участница и генератор множества амбициозных проектов по изучению и освоению морских ресурсов, заинтересована в самом широком сотрудничестве с международным научным и инженерным сообществом, специализирующимся в морском инжиниринге, судостроении, океанотехнике и других направлениях освоения морских пространств.

Уверен, что проведение четвертой Всемирной морской технологической конференции будет способствовать консолидации усилий мирового научно-инженерного сообщества в решении актуальных для всего человечества проблем создания и эксплуатации эффективной и безопасной морской техники при освоении континентального шельфа и всего Мирового океана.

Желаю организаторам и участникам конференции успешной и плодотворной работы.



**Заместитель Председателя Правительства Российской Федерации,
председатель Военно-промышленной комиссии
при Правительстве Российской Федерации**

Д. Rogozin



Организаторам, участникам и гостям Всемирной морской технологической конференции 2012

Дорогие друзья!

Рад приветствовать в Санкт-Петербурге организаторов, участников и гостей Всемирной морской технологической конференции!

Морская отрасль – один из важнейших секторов отечественной экономики, а для Санкт-Петербурга она уже три века является градообразующей. В городе на Неве сконцентрировано более 80 процентов научно-технического потенциала российской морской промышленности. В Северной столице проектируются и строятся военные корабли и гражданские суда всех типов, морские и военно-морские учебные заведения ведут подготовку кадров для отрасли. Поэтому символично, что эстафету глобальных морских инженерных конференций, которые проходили в Сан-Франциско, Лондоне и Мумбае, приняла морская столица России – Санкт-Петербург.

Использование ресурсов Мирового океана постоянно расширяется. Морское хозяйство становится все более сложным многоотраслевым комплексом. Это требует концентрации усилий и совместной работы всего мирового сообщества.

Всемирная морская технологическая конференция открывает новые возможности для обмена опытом и экспертного обсуждения проблем. Важно, что наряду с ведущими экспертами в конференции примут участие студенты и молодые специалисты. Им развивать морскую науку и практику, за ними будущее.

*Желаю участникам конференции плодотворной работы
и незабываемых впечатлений от Санкт-Петербурга!*

Губернатор Санкт-Петербурга

Г.С. Полтавченко

Г.С. Полтавченко

Морской Вестник

Morskoy Vestnik

№2(42)

И Ю Н Ь

2 0 1 2

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

СОДЕРЖАНИЕ

ВСЕМИРНАЯ МОРСКАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ WMTC-2012

Тезисы пленарных докладов: **Р.В. Троценко, В.М. Пауин, Brian Chang, В.Г. Пешехонов, Peter G. Noble, Fang Shujia, Pierre Besse, R.M. Bhatia, John Deerberg, A.C. Орыщенко, А.М. Сагалевич, А.В. Белентьев, James S. Ferguson, В.Ю. Дорофеев, Yoo Sang CHOO, Jeff Buckley, Kjell Holden, А.В. Шляхтенко, Л.Н. Карлин, А.Н.Алеишкин, В.Н. Илюхин** 6

СУДОСТРОЕНИЕ И СУДОРЕМОНТ

И.Я. Баскаков, С.Н. Галиченко. ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз» на службе Морпогранохраны ФСБ России 19

Г.В. Егоров. Предпосылки создания судов «Волго-Дон макс» класса с пониженным надводным габаритом 24

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Н.П. Шаманов, В.В. Кожемякин, Д.Н. Шаманов, В.Б. Соломянский, А.Г. Андреев, А.И. Коришнов. Экспериментальные исследования на полунатурном стенде судового ядерного моноблочного паропроизводящего агрегата «Бета-К» на Приморской учебно-научной базе СПбГМТУ 29

А.Ю. Губанов, Ю.А. Губанов. Аккумуляторная поддержка в корабельных системах бесперебойного электропитания 33

М.П. Тихомиров, А.А. Неелов, С.С. Стародед. Особенности использования средств защиты для диагностики электрооборудования напряжением 6(10) кВ в судовых единых электроэнергетических системах 35

М.С. Смаковский. Современные технологические возможности повышения рентабельности производства судового машиностроения на примере механообрабатывающего участка ОАО «Армалит-1» 39

РАДИОЭЛЕКТРОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

К.А. Смирнов, А.О. Попко. Использование многолучевых гидроакустических станций военно-морским флотом 43

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

В.И. Ермолаев, А.В. Макианов, В.А. Колесник. Использование возможностей интеллектуальных геоинформационных систем при управлении полистатическими средствами обнаружения 49

Д.А. Скороходов, Д.В. Суслов, В.Н. Круглеевский. Передача информации в судовых системах пожарной сигнализации 53

НАВИГАЦИЯ И ГИДРОГРАФИЯ

М.И. Исмагилов, Н.В. Осадчук, Е.А. Ратнер, Е.В. Трофимов. «Транзас» в Федеральной целевой программе «Глобальная навигационная система» 57

С.П. Алексеев, С.Б. Курсин, О.А. Гуляев. О реорганизации предприятий навигационного приборостроения, подчиненных Минобороны России, и перспективах их развития 63

Редакционный совет

Сопредседатели:

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

К.П. Борисенко, ректор СПбГМТУ

Члены совета:

С.О. Барышников, ректор СПбГУВК

А.С. Бузаков, врио генерального директора ОАО «Адмиралтейские верфи»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Д.В. Суслов, директор ЗАО «ЦНИИ СМ»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



МОРСКАЯ ТЕХНИКА: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

В.В. Антипов, В.Ю. Бобрович, Г.В. Лушин, Л.А. Рыжова, С.Н. Соловьев, В.Б. Фирсов. Информационная поддержка командного состава подводной лодки при борьбе за надводную непотопляемость.....	69
С.Н. Шаров, Б.Р. Андриевский. Определение положения посадочного устройства беспилотного летательного аппарата в условиях качки судна	75
А.В. Блинов, В.А. Булжин, О.Г. Ефимова, Н.Н. Федонюк. Применение в судостроении трехслойных конструкций с гофрированным средним слоем из полимерных композиционных материалов.....	79
А.А. Веселов, И.Е. Стыжов. Автоматизация маркировки листового металлопроката и организация электронного документооборота в корпусообработывающем цехе судостроительного предприятия	83
А.В. Нанитухин. О применении волнового метода к динамическому расчету балок.....	87
К.Е. Сазонов. Начальный этап становления ледовой прочности судов.....	91
Е.М. Грамузов, Б.П. Ионов, Н.Е. Тихонова. Влияние формы носовой оконечности на ледовое сопротивление ледокола.....	95
А.С. Гужеев, А.И. Короткин, С.Ю. Соловьев. Об одном из методов определения числа Струхалия при обтекании контуров с фиксированными точками отрыва потока.....	97
П.А. Шауб. Методы функционального проектирования в анализе и синтезе сложных систем.....	100

БИЗНЕС И ПРАВО

Н.М. Вихров, А.А. Шнуренко. Стратегические преимущества конкурентных стратегий в отраслях	106
В.В. Ханьчев, П.К. Третьяков. Применение генетических алгоритмов для оптимизации целевых программ создания морской техники.....	111
Н.А. Вальдман. Анализ риска при создании морских транспортно-технологических систем доставки персонала на морские объекты на шельфе.....	114
М.Ю. Алехин, А.М. Брехов, С.К. Швец. Стандартизация систем риск-менеджмента в судостроении.....	116
Б.С. Лисовик, А.М. Брехов. Корпоративная подготовка рабочих кадров: модульный подход.....	118

МОРСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Р.В. Борисов. История кафедры теории корабля СПбГМТУ. К 110-летию со дня образования.....	120
К 75-летию профессора Р.В. Борисова.....	122

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА

ОАО «СЗ «Северная верфь»: на пути к столетнему юбилею	123
--	-----

В АССОЦИАЦИИ СУДОСТРОИТЕЛЕЙ

Юбилейное собрание Ассоциации судостроителей	129
---	-----

Главный редактор

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

Редакционная коллегия

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

Редакция

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

Редактор

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

Адрес редакции

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

Учредитель-издатель

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

Электронные версии журналов 2006–2011 гг. размещены на сайте ООО «Научная электронная библиотека» www.elibrary.ru и включены в Российский индекс научного цитирования **Решением Президиума ВАК** журнал «Морской вестник» включен в перечень ведущих научных журналов и изданий, выпускаемых в РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.
<http://vak.ed.gov.ru>

Подписка на журнал «Морской вестник»

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

Отпечатано в типографии «Премиум-пресс».

Тираж 1000 экз. Заказ №1123.
Ответственность за содержание информационных и рекламных материалов, а также за использование сведений, не подлежащих публикации в открытой печати, несут авторы и рекламодатели. Перепечатка допускается только с разрешения редакции.

Морской Вестник



№2(42)

j u n e

2 0 1 2

Morskoy Vestnik

SCIENTIFIC, ENGINEERING, INFORMATION AND ANALYTIC MAGAZINE

Editorial Council

Co-chairmen:

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

K.P. Borisenko, Rector SPbSMTU

Council Members:

S.O. Baryshnikov, Rector SPbSUWC

A.S. Buzakov, Acting General Director

JSC Admiralty Shipyards

G.V. Egorov, General Director

JSC Marine Engineering Bureau SPb

G.D. Filimonov, General Director

JSC Concern Mor Flot

L.G. Grabovets, General Director JSC SF Almaz

M.A. Ivanov, General Director

JSC Control Systems and Instruments

L.M. Klyachko, General Director

JSC ZNII KURS

S.R. Komarov, Chairman

of the Board of Directors JSC MNS

E.V. Komrakov, General Director

JSC R.E.T. Kronshtadt

E.A. Konov, Director,

JSC Publishing House Mor Vest

G.A. Korzhavin, General Director,

JSC Concern Granit-Elektron

S.B. Kursin, General Director JSC SRNHI

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

L.G. Kuznetsov, General Director JSC Compressor

A.P. Matlakh, General Director

JSC SPA Poliarnaya Zvezda

G.N. Muru, General Director JSC 51CCTIS

N.V. Orlov, Chairman

St. Petersburg Marine Assembly

V.V. Shatalov, General Director

JSC DB «Vypel»

K.Yu. Shilov, General Director

JSC Concern SPA Avrora

A.V. Shliakhtenko, General Director –

General Designer JSC ZMKB Almaz

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

JSC SPA Sevzapspezavtomatika

Y.I. Spiridopulo, General Director

JSC Severnoye Design Bureau

D.V. Suslov, Director JSC CRISM

G.V. Taritsa, General Director JSC PDB Petrobalt

V.S. Tatarsky, General Director JSC ERA

A.N. Tikhomirov, General Director

JSC Transtech Neva Exhibitions

R.A. Urusov, General Director JSC New ERA

A.V. Ushakov, General Director

JSC SP Severnaya Verf

N.M. Vikhrov, General Director

JSC Kanonersky Shiprepairing Yard

VE. Yukhnin, General Designer

JSC Severnoye Design Bureau

CONTENTS

WORLD MARITIME TECHNOLOGY CONFERENCE WMTC-2012

Abstracts of plenary lectures: R.V. Trotsenko, V.M. Pashin, Brian Chang, V.G. Peshekhonov, Peter G. Noble, Fang Shujia, Pierre Besse, R.M. Bhatia, John Deerberg, A.S. Oryshenko, A.M. Sagalevich, A.V. Belent'ev, James S. Ferguson, V.Yu. Dorofeev, Yoo Sang CHOO, Jeff Buckley, Kjell Holden, A.V. Shliakhtenko, L.N. Karlin, A.N. Aleshkin, V.N. Ilyukhin.....6

SHIPBUILDING AND SHIP REPAIRING

I.Y. Baskakov, S.N. Galichenko. OJSC «Shipbuilding Company «Almaz» in the service of the Marine Border Guards of the FSB of Russia..... 19
G.V. Egorov. Background of building «Volga-Don max» class ships with a low air draft 24

POWER PLANTS AND MARINE EQUIPMENT

N.P. Shamanov, V.V. Kozhemyakin, D.N. Shamanov, V.B. Solomyanskiy, A.G. Andreev, A.I. Korshunov. Experimental studies on seminatural stand of marine nuclear monoblock steam-generating unit «Beta-K» at the Primorskaya training and research base of the SPbSMTU..... 29
A.Y. Gubanov, Y.A. Gubanov. The battery back-up for shipboard uninterruptible power supply systems..... 33
M.P. Tikhomirov, A.A. Neelov, S.S. Staroded. Features of use of protective equipment for the diagnosis of electrical equipment with voltage of 6 (10) kV in ship power grids 35
M.S. Smakovsky. Modern technological opportunities to increase profitability of marine engineering on example of machining shop of the OJSC «Armalit-1»..... 39

RADIO-ELECTRONIC EQUIPMENT AND CONTROL SYSTEMS

K.A. Smirnov, A.O. Popko. The use of multibeam sonar by the Navy 43

INDUSTRIAL SAFETY

V.I. Ermolaev, A.V. Makshanov, V.A. Kolesnik. Utilizing the possibilities of smart geographic information systems for operation of poly-static means of detection 49
D.A. Skorohodov, D.V. Suslov, V.N. Krugleevsky. The transmission of information in the ship's fire alarm systems 53

NAVIGATION AND HYDROGRAPHY

M.I. Ismagilov, N.V. Osadchuk, E.A. Ratner, E.V. Trofimov. «Transas» in the federal target program «Global Navigation System» 58
S.P. Alekseev, S.B. Kursin, O.A. Gulyaev. On reorganization of enterprises of navigational instrument building subordinate to the Russian Defense Ministry, and on prospects of their development..... 63



MARITIME ENGINEERING: SCIENCE AND TECHNOLOGIES

V.V. Antipov, V.Y. Bobrovich, G.V. Lushin, L.A. Ryzhova, S.N. Soloviev, V.B. Firsov. Information support of the submarine commanders when fighting for the above water unsinkability.....	69
S.N. Sharov, B.R. Andrievsky. Determining the position of landing gear of unmanned aerial vehicle in condition of rolling ship.....	75
A.V. Blinov, V.A. Bulkin, O.G. Efimova, N.N. Fedonyuk. The use of sandwich structures in shipbuilding with a corrugated middle layer of polymer composites.....	79
A.A. Veselov, I.E. Styzhov. Automated labeling sheet metal and organization of electronic paperwork in hull shop of the shipyard	83
A.V. Napituhin. On application of wave method for dynamic analysis of beams.....	87
K.E. Sazonov. The initial stage of formation of the vessels ice strength	91
E.M. Gramuzov, B.P. Ionov, N.E. Tikhonov. Effect of the bow on ice resistance of the icebreaker.....	95
A.S. Guzeev, A.I. Korotkin, S. Y. Soloviev. On one of the methods for the determination of the Strouhal number for flow loops with fixed points of flow separation.....	97
P.A. Shaub. Methods of functional design in the analysis and synthesis of complex systems	100

BUSINESS AND LAW

N.M. Vikhrov, A.A. Shnurenko. The strategic benefits of competitive strategies in the sectors.....	106
V.V. Hanychev, P.K. Tretyakov. Application of genetic algorithms for optimization of targeted programs on building marine equipment.....	111
N.A. Waldman. Risk analysis when building marine transportation and delivery systems for delivery of personnel to offshore facilities on the continental shelf.....	114
M.Y. Alekhin, A.M. Brekhov, S.K. Shvets. Standardization of risk management systems in shipbuilding.....	116
B.S. Lisovik, A.M. Brekhov. Corporate Training skilled workers: a modular approach.....	118

MARINE EDUCATION

R.V. Borisov. History of the Shipbuilding Department of SPbSMTU. The 110th anniversary of the formation.....	120
On the 75th anniversary of Professor R.V. Borisov.....	122

HISTORY OF SHIPBUILDING AND FLEET

OJSC «SB «Northern Shipyard»: On the way to the centennial	123
--	-----

IN THE ASSOCIATION OF SHIPBUILDERS

Anniversary Meeting of the Association of Shipbuilders	129
--	-----

Editor-in-Chief

E.A. Konov, Ph. D.

Phone/Fax: +7 (812) 6004586

Fax: +7 (812) 5711545

E-mail: morvest@gmail.com

www.morvest.korabel.ru

Editorial Collegium

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

Y.V. Baglyuk, Ph. D.

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

V.N. Glebov, Ph. D.

E.A. Gorin, D. Sc.

E.V. Igoshin, Ph. D.

B.P. Ionov, D. Sc.

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

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

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

P.I. Maleev, D. Sc.

Y.I. Nechaev, D. Sc., Prof.

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

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

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

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

L.A. Promyslov, Ph. D.

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

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

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

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

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

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

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

Y.V. Varganov, Ph. D.

Editorial staff

Phone/Fax +7 (812) 6004586

E-mail: morvest@gmail.com

Editor

T.I. Ilyichiova

Design, imposition

S.A. Kirillov

Editorial office

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

190000, St. Petersburg

The magazine is registered by RF Ministry of Press,

TV and Radio Broadcasting and Means of Mass

Communications, Registration Certificate

ПИ № 77-12047 of 11 march 2002.

Founder-Publisher

JSC Publishing House "Mor Vest"

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

190000, St. Petersburg

The magazines electronic versions of 2006–2011

are placed on the site LLC "Nauchnaya elektronnyaya

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

Russian index of scientific citing.

By the decision of the Council of VAK the Morskoy Vestnik

magazine is entered on the list of the leading

scientific magazines and editions published in the

Russian Federation where basic scientific outcomes of

doctoral dissertations shall be published.

http://vak.ed.gov.ru

You can subscribe to the Morskoy Vestnik magazine

using the catalogue of "Rospechat" agency (subscription

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

Morvest Publishing House.

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

Circulation 1000. Order № 1123.

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.



Р.В. Троценко в 1992 г. окончил экономический факультет Института стран Азии и Африки при МГУ им. М.В. Ломоносова (специализация «экономика Японии»), в 2001 г. — юридический факультет МГУ. В годы учебы в ИСАА прошел стажировку в Йельском университете (США) и Коимбрском университете (Португалия).

В начале 90-х гг. работал коммерческим директором Казахской республиканской телекомпании, затем занимал ряд менеджерских должностей в финансовых структурах, а с середины 90-х перешел в реальный сектор экономики, последовательно возглавив Совет директоров ООО «Пассажирский порт» и ООО «Южный речной порт». В 1999 г. после аспирантуры пришел в Министерство транспорта на должность помощника министра.

С 2000 по 2002 г. — генеральный директор ОАО «Московское речное пароходство». В 2007 г. основал AEON Corporation, куда вошли управляющий аэропортами «Новопорт», девелоперская компания AEON Development, «Связьстрой» (строительство оптико-волоконных линий связи), Timmerman Yachts (производство яхт класса люкс) и завод «Знамя» (производство авиакomпонентов).



В.М. Пашин в 1960 г. окончил Ленинградский кораблестроительный институт по специальности инженер-кораблестроитель. С 1959 г. — техник ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова по совместительству, с 1960 г. — инженер института. С 1990 г. — директор института, с 2001 г.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СУДОСТРОЕНИЯ В РОССИИ

Р.В. Троценко,
президент ОАО «Объединенная судостроительная корпорация»

В июле 2007 г. назначен главой Дальневосточного центра судостроения и судоремонта «Объединенной судостроительной корпорации». С октября 2009 г. — и. о. президента, с мая 2010 г. — президент «ОСК».

Дана характеристика современного состояния судостроительной промышленности России, ее научно-производственного потенциала, насущных потребностей страны в судах и морской технике для освоения месторождений нефти и газа, в транспортных и пассажирских судах типа река-море, рыбопромысловых добывающих и перерабатывающих судах. Обсуждается роль в развитии судостроения и океанотехники ОАО «Объединенная судостроительная корпорация» и ее дочерних предприятий, планы создания новых верфей на востоке и северо-западе страны. Приводятся показатели динамики развития отрасли, в частности, по объемам роста гражданской продукции, продукции военного назначения, по выпуску продукции по линии военно-технического сотрудничества.

Среди проблем отечественного судостроения называются: отсутствие современных судостроительных комплексов, а также выстроенной линейки продукции в совокупности с низким уровнем загрузки верфей, неоптимальная структура отрасли, недоразвитость постпродажного сервиса, диспропорция в структуре занятого на российских верфях производственного рабочего и не-

производственного персонала, отсутствие современных технологий.

Особое внимание уделено анализу недостатков государственной политики, препятствующих развитию гражданского судостроения, таких как отсутствие долгосрочных программ закупки судов и морской техники, высокая налоговая нагрузка и пошлины на комплектующие, выданные на долгосрочный период неадекватные квоты на вылов рыбных ресурсов. В числе предлагаемых структурных преобразований в отрасли в отношении модернизации и переоборудования верфей — создание новых мощностей, продолжение интеграции предприятий, оптимизация структуры отрасли по мощностям. Меры в отношении проектирования включают: техническое перевооружение и обучение специалистов (в том числе за рубежом), переход к цифровому проектированию, объединение сил конструкторских бюро, оптимизацию линейки разрабатываемых проектов.

Относительно заказов по гражданскому судостроению предусматриваются: жесткое формирование портфеля заказов на отечественные компании, формирование долгосрочной программы закупки судов и морской техники основными российскими заказчиками, разработка и согласование норм. Рассматриваются задачи, стоящие перед ОАО «ОСК», и риски, сопровождающие процессы модернизации судостроительной промышленности.

РАЗМЫШЛЕНИЯ О ВМС И ВОЕННОМ КОРАБЛЕСТРОЕНИИ XXI ВЕКА

В.М. Пашин, акад. РАН,
научный руководитель ФНЦ «ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова»

— научный руководитель-директор. В 1997 г. избран действительным членом (академиком) РАН. С 1999 г. — действительный член Института морского инжиниринга, науки и технологий (Великобритания). 1985 г. — Государственная премия СССР. В 1994 г. удостоен звания Героя РФ. В 1998 г. — стал лауреатом премии имени А.Н. Крылова РАН. В 2000 г. признан человеком года в номинации «Военно-промышленный комплекс». Обладатель Государственной премии РФ в области науки и техники (2003).

С 1992 по 1995 г. — член Президентского совета по научно-технической политике. С 2004 по 2008 г. — член Совета при Президенте РФ по науке, технологиям и образованию. В настоящее время — член Совета генеральных и главных конструкторов, председатель экспертных советов по стипендиям Президента РФ, член НТС ВПК и руководитель секции МСОН Совета. Имеет знаки отличия зарубежных научно-технических обществ и институтов. С 1996 г. возглавляет кафедру проектирования судов Санкт-Петербур-

бургского государственного технического университета. Автор и со-автор многих печатных работ, монографий, учебников, патентов и авторских свидетельств на изобретения. В среде научной общественности является признанным руководителем научной школы по оптимизации сложных технических систем и принятию решения при наличии многочисленных ограничений и неопределенностей.

Говорить о новых тенденциях в создании военно-морской техники нельзя в отрыве от радикальной трансформации в XXI в. интересов субъектов мирового сообщества, с одной стороны, и прогресса науки и техники, с другой. Попытки понять, что тут первично и что вторично, тщетны. Вывод очевиден – движение от тенденций к новой

технике и следование новой техники за тенденциями – процесс встречно-параллельный. Иными словами, непрерывное внедрение новых технологий на протяжении всего жизненного цикла стимулируется ВМС постоянным прогнозированием будущих боевых действий флота.

Исходя из анализа зарубежных публикаций, можно обозначить некоторые стратегические тенденции в развитии ВМС и военного кораблестроения, в частности:

- изменение направлений морской деятельности вследствие глобализации и изменений на карте мира;
- новые черты стратегического сдерживания без применения ядерного оружия;
- возложение задач ПРО на корабли ВМС США, НАТО и др.;

– настойчивые попытки снижения стоимости и сроков постройки кораблей, в том числе за счет создания базовых платформ и др.

Рассмотрение этих тенденций и анализ перспективных технологий показывает, что заметное повышение боевых возможностей в последние 20 лет не могли быть ни предсказаны, ни реализованы, если бы проектанты следовали политике ожидания крупных технологических прорывов. Этот ретроспективный опыт подтверждает правильность политики постоянного и стабильного финансирования программы НИОКР и своевременного внедрения результатов в практику проектирования, постройки и модернизации кораблей. Специалисты убеждены, что и будущее расширение задач ВМС продолжится под действием быстроразвивающихся технологий.



Brian Chang graduated from City University, London, UK as an electrical engineer in 1965 and started his career at Far East Levingston Shipyard (presently known as Keppel FELS) in Singapore. He started PROMET Pte Ltd (presently known as PPL Shipyard Pte Ltd) in Singapore in 1971. PROMET became one of the largest offshore builders within a decade and a prominent player in the global offshore construction industry.

In 1995, he sold PROMET and resigned as its Chairman to move to Yantai, China and started Yantai Raffles Offshore Limited (presently known as CIMC Raffles). Yantai Raffles completed numerous prototype offshore vessels and revolutionised the construction of mega offshore projects with the award-winning 20,000-tonne "Taisun" crane. Over the past few years Yantai Raffles delivered 5 semi-submersible drilling rigs and the largest pipe-lay vessel in the world on its way to becoming the largest offshore builder in China today. Brian resigned from CIMC Raffles in January 2012 as its Executive Deputy Chairman and remains on its Board as an Independent Director.

To date, Brian has overseen more than 600 marine and offshore construction projects.

MULTIFUNCTIONAL PLATFORMS: A REVOLUTION IN OFFSHORE TECHNOLOGY

Brian Chang, Chairman Brian Chang Holdings Limited

For myself personally, with over 40 years of experience building over 600 offshore marine orders, this conference is a great opportunity to meet likeminded colleagues such as yourselves, and unite mine and your enthusiasms for seeing Russian Marine industry rise to new heights in this modern day and age. It is especially significant for me to be speaking today in this grand city built by the greatest Russian Mariner of all times, Emperor Peter the Great!

Starting from toy navy he built in Moscow, he achieved the impossible & in the shortest time imaginable created for this great country one of the best Navies of the world. Now it is your turn to develop Russia's Marine industry by building most advanced vessels & implementing highest technologies available in the world today, thus continuing Russia's rich Maritime tradition & history. My personal field of interest has been & always will be offshore marine exploration & development.

I have built over 600 offshore orders, great vessels, revolutionary rigs... Today I am working not only as a ship-builder, but also own, order and operate offshore companies, ves-

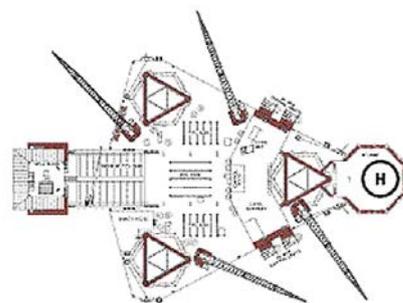
sels and rigs in Norway, Russia and Singapore.

My latest passion is the series of Zentec z636 jack-ups I've personally helped design for extreme conditions of the North sea. I've placed an order for a series of 4 such vessels which are to be deployed offshore Norway in conditions very similar to which Russian offshore companies will have to operate. The revolutionary advantage of these particular rigs is their multifunctionality. That's why I call them "Barbie Dolls". They are able to drill, work over, decommission, or host offshore labor force and ...

Why I mention this series is because I see how Russia is beginning its own great scale offshore developments, biggest Russian companies such as Gasprom, Rosneft & Lukoil are teaming up with worldwide giants such as Exxon Mobile, Shell, Eni, Statoil and move forward in Arctic, Far-East & the Caspian. This is a perfect opportunity for Russian Marine industry, offshore shipbuilders,



Harsh environment deep water jack-up drilling rig Zentec z636



WMTC-2012

offshore operators & contractors to grow and step up to meet exploration and production challenges in this tremendous move for development of Russia's continental shelf and consequently share the rewards & victories.

I am ready to give my wholehearted support to the efforts of devotees of advancement of Maritime honor and traditions of this great country, such as my trusted long-term partner in Russia, Mr. Roman Trotsenko. My resources and ex-

perience and most modern marine equipment in the world which I build, own & operate is at your service & together we can develop technologies Russia can build on to guarantee for itself future prosperity, stability & success!



В.Г. Пешехонов в 1958 г. с отличием закончил Ленинградский политехнический институт по специальности «радиофизика».

С 1958 г. работает в ЦНИИ «Электроприбор», с 1991 г. – в качестве генерального директора Д-р техн. наук, профессор, лауреат Ленинской и Государственной премий в области науки и техники, премии Правительства РФ в области науки и техники. Почетный судостроитель (2003), имеет правительственные награды, удостоен золотой медали «За заслуги» Русского географического общества, золотой медалью Леонарда Эйлера за создание современных систем навигации. Его имя носит малая планета № 11444 (2005).

Специалист в области высокоточной морской навигации и управления движением.

Область научных интересов – исследование и разработка методов и средств автономной навигации, инерциальные навигационные системы и комплексы, прецизионное приборостроение.

В.Г. Пешехонов – автор 269 научных работ по методам морской навигации, инерциальным навигационным системам, радиоастронавигации, гироскопии, гравиметрии, морским навигационным комплексам. С 1973 г. – главный конструктор морских навигационных комплексов. За этот период им создано три поколения комплексов и решена проблема прецизионной автономной навигации подводных лодок, обеспечивающей плавание в любом районе Мирового океана. В ходе испытаний навигационного комплекса участвовал в качестве технического руководителя в первом зимнем подледном походе отечественной атомной

СОВРЕМЕННАЯ МОРСКАЯ НАВИГАЦИОННАЯ ТЕХНИКА

*В.Г. Пешехонов, акад. РАН,
генеральный директор ЦНИИ «Электроприбор»*

подводной лодки к Северному географическому полюсу.

Сегодня В.Г. Пешехонов – признанный лидер в области прецизионной навигации.

Он – президент международной общественной организации «Академия навигации и управления движением», объединяющей 420 ведущих ученых из ряда стран: Германии, Индии, Китая, Республики Беларусь, России, США, Турции, Украины, Франции, Южной Кореи.

Главный редактор журнала «Гироскопия и навигация» и английской версии этого журнала «Gyroscopy and Navigation»; член редколлегии журналов: «Автоматика и телемеханика» (РАН), «Судостроение», «Морская радиоэлектроника», «Навигация и гидрография», «Авиакосмическое приборостроение», «Мехатроника, автоматика, управление».

В течение веков одни и те же средства морской навигации разрабатывались как для военных кораблей, так и для гражданских судов. В XX в. две ветви морской навигационной техники существенно разошлись, но в конце этого периода начался процесс их сближения. С развитием технологий разведки и добычи полезных ископаемых в морских акваториях потребовалось решать задачи определения навигационных и динамических параметров (линейных и угловых скоростей на малых интервалах времени) со значительно более высокими точностями, чем необходимые для навигации гражданских судов. В военно-морской практике эти задачи давно решены, но перенос военных технологий в гражданскую область невозможен без серьезного снижения стоимости продукции.

Общеизвестными примерами трансфера новых технологий из военной области в гражданскую являются гироскопы (первая четверть XX в.) и спутниковая навигация (последняя четверть XX в.).

ЦНИИ «Электроприбор» около 15 лет назад приступил к разработке гражданской морской навигационной техники на основании опыта создания по-

вейших средств навигации для военных кораблей. В интересах обеспечения приемлемой стоимости продукции было решено отказаться от традиционных карданных конструкций гироскопов и перейти к бесплатформенным конструкциям и волоконно-оптическим гироскопам. Первая разработка – измеритель вертикальных перемещений типа «Мининавигация» – нашла применение в системах управления движением высокоскоростных судов и батиметрических системах малых гидрографических судов. Затем был разработан гироскопизированный компас «Омега». Эта система дешевле, надежнее в эксплуатации и потребляет меньше электроэнергии, чем традиционные гироскопы, обеспечивает не только выработку курса, но и построение вертикали и определение углов качки. Развитием этого направления стала бесплатформенная инерциальная навигационная система «Бемоль», которая проходит в настоящее время испытания. Одновременно завершена разработка значительно более дешевого навигационного прибора – измерителя угла поворота на микромеханических чувствительных элементах.

Для судов с динамическими принципами поддержания (на подводных крыльях, экранопланов и др.), где исключено применение традиционных лагов, разработан и производится радиодоплеровский лаг малых высот.

Весьма успешной оказалась разработка мобильного гравиметра «Чекан-АМ» для морских геологов. Он успешно используется на российских и зарубежных геологоразведочных судах (морская версия) и самолетах (авиационная версия).

Наряду с указанными разработками проведена модернизация (в основном в интересах снижения стоимости), лага, эхолота, магнитных компасов с использованием всех современных средств навигации создается интегрированная система судовождения для перспективных судов, в том числе арктического плавания.



ARCTIC OFFSHORE AND MARINE TECHNOLOGY - PAST, PRESENT AND FUTURE

Peter G. Noble, Chief Naval Architect and Chief Arctic Technologist, ConocoPhillips

Peter Noble is a naval architect and ocean engineer with a wide range of expertise and experience in the marine and offshore industries. His career has included positions with ship and offshore design consultants, with research and development companies, with major classification societies and most recently as Chief Naval Architect and Chief Arctic Technologist with ConocoPhillips, the international oil company.

Peter is widely respected by his peers for his integrity and dedication to his profession. The breadth and caliber of his work is well documented in his numerous papers presented at SNAME, OTC and other conferences. In 2006, he and his co-authors were awarded the ABS- Captain Joseph Linnard Prize for best paper presented at the Annual Meeting of the Society

In 2006 Peter was awarded the SNAME, Admiral Jerry Land Medal for «Outstanding

Accomplishment in the Marine Field», and in 2009 Peter was recognized by the Board of the Offshore Technology Conference and awarded the OTC Individual Distinguished Achievement Award “for his contribution to innovative marine vehicle and floating system design and engineering, including LNG vessel design, arctic engineering and icebreaker technology and for his dedication to encouraging and mentoring students and younger professionals.”

In November 2011, Peter Noble was elected to a 3 year term a President of SNAME the first to serve as president-elect.

The Arctic regions north of the polar circle are estimated to hold 20%-25% of the world's undiscovered reserves of oil and gas, as well as significant reserves of minerals, timber and fish stocks. As the population and industrial development continues to expand there is a steady increase in demand for resources of all type including minerals and hydrocarbons

It is the nexus of these has created the need for naval architects, marine and

ocean engineers to look north. Russia has of course been a leader in this area for a long time with many developments in icebreaker technology and ice navigation in general, other nations such as the Nordic countries, Canada and the US, have similarly been looking north and have develop systems and some limited infrastructure for polar regions.

As we look forward in the 21st century there are demands to develop Arctic resources which will require improvement of existing technologies and development of new technologies. In the past we paid some attention to the environment in the Arctic as we have planned development but today protection of the environment and the local marine and land based wild-life habitat is critical, and recognizing and addressing the interests of local stakeholder is very high on the agenda.

This paper will look at past and current developments in the Arctic, but will primarily focus on new technologies needed to successful and safely access Arctic resources while minimizing the impact on the environment on local Arctic citizens.



DEVELOPMENT OF CHINA SHIPBUILDING INDUSTRY

Fang Shujia, Senior Engineer, Vice-president The Chinese Society of Naval Architects and Marine Engineers

Automated Measurement and Control Technology.

Mr Fang was awarded the national and provincial-level scientific and technological progress award for 6 times; published more than 30 papers of science and technology; guided training studies, students scientific research practice and thesis writing; he also was given the title of Chinese special government allowances of the State Council of national defense expert, expert of the youth in Hubei province science and technology excellence.

China shipbuilding industry is striving for progress under this special historical situation. As world economy remains in the downturns, shipbuilding industry is affected and the great influence is far-reaching.

Under this background, China shipbuilding industry makes several attempts both in policy-making and

innovation-stimulation. It is good to see that all these efforts received positive results.

According to statistics, in 2011, China shipbuilding industry accomplished 77.75 billion RMB industrial outputs, 22.2% increased than last year. Three main economic indicators of shipbuilding industry still lead the world.

As we look forward to 2012, although suffering from the server market situation and competitions, China shipbuilding industry is still facing strategic opportunities as it is still in rapid development period. The trend that world shipbuilding shifted to China remains unchanged.

This paper will introduce China shipbuilding industry in the area of basic economic situation and details of ship market performance, ship repairing industry, marine offshore equipment manufacture, equipment industry and overall situation of policy-making and development strategy.

Fang Shujia has been engaged in ship equipment research and design work for a long time. He participated in a number of ship digital communication systems and apparatus, optical fiber communication network engineering research, marine engineering, marine electronic system designing and top planning work.

Mr. Fang's career has included the position of director of research center in Wuhan shipboard communication research institute , vice president of China ship research and development academy , and chief engineer of China Shipbuilding Industry Corporation. In 2002 July, he was elected vice-president of China Society of Naval Architects and Marine Engineers till now. He also currently continues to be vice-president of Chinese society of Computer



Pierre Besse is a civil engineer, a graduate of the Ecole Centrale Paris. He joined Bureau Veritas in 1976, in the construction business in the South of France. From 1983 to 1995, he occupied the functions of engineer in the Ocean Technology Department at Head Office, and became Deputy Manager, in charge of certification of offshore development projects, and of the technological development. From 1996 to 2001, he was Manager of the R&D Department of Bureau Veritas, and became in 2001 Research and Development Director and Head of the Research Department of the Marine Division. During this time, he has been member of the IACS and of the IMO/MSC working groups on Formal Safety Assessment (FSA). He has been member of the ISSC Technical Committee on "Design principle and criteria".

From the early nineties, he has been in-

HOW TO DESIGN ENERGY EFFICIENT SHIPS IN THE NEW REGULATORY CONTEXT

Pierre Besse, Vice-President Research and Development, Bureau Veritas, Marine Division

involved in the R&D strategy of the European maritime industry. He has also chaired the Support Group of the European Technology Platform WATERBORNE.

Today, with the climate change being an overarching concern for the society, the shipping industry is facing an ever more challenging regulatory context leading to drastic reductions of emissions of pollutants. As a result, energy efficiency and air pollution prevention are two important drivers for future innovative ship designs. On the one hand, the new IMO and EU regulations put a lot of pressure on the Industry to design ships with low CO₂ index, low sulfur and low NO_x in a very constraining time scale. As an example, from first January 2013, the new and existing ships are expected to show onboard their SEEMP (Ship Energy Efficient Management Plan). On the other hand, the Industry is working hard to develop new technical solutions, use alternative fuels like LNG, and new energy efficient ship designs. On its side, the IACS (International Association of Classification

Societies) strongly supports the Industry to comply with the new regulations, by developing new rules, guidelines and assessment methods, in close cooperation with all the stakeholders.

This paper outlines the new regulatory context and the technical solutions currently available or under development. The current attempts to use alternative fuels are considered. A modern methodology for assessing and optimizing the energy efficiency both for design and operation of ships is proposed. It is based on an advanced simulation platform and an extensive database of components capitalizing on the knowledge and the experience gained from successive studies and feedback from measurements onboard. It covers all the items onboard which produce or consume energy: hull, propellers, engines, auxiliaries, HVAC, etc. The application of this new approach to various types of ships is discussed. It should help considerably in the development and the maintenance of the SEEMP and the calculation of energy efficient design index (EEDI) and operational index (EEOI).



Graduate from the Indian Institute of Technology Delhi. Passed out in 1967.

Was commissioned in the Indian Navy in 1966. During his 31 years with the Indian Navy, he has a vast experience in the field of Marine Engineering including Ship-building, Ship-repairs, Major refits and modernization of ships & Submarines, Training and Project Management.

Served both the Naval Dockyards at Visakhapatnam and Mumbai for over seven years in various capacities.

Was fully involved with setting up of Submarine repair facilities at Naval Dockyard, Visakhapatnam.

PIPAVAV - A GREAT STEP FORWARD TOWARDS PRIVATE SECTOR PARTICIPATION IN DEFENCE PRODUCTION IN INDIA

R.M. Bhatia, rear admiral in (retd.), Executive director, PIPAVAV defence & offshore engineering company limited

He commanded INS Shivaji, the Premier Technical Training Establishment of the Indian Navy, from end 1990 to mid-1993.

He spent two years with a Russian Shipyard for major refits and modernization of submarines.

He spent three years in South Korea heading the Team of Specialists for construction of ships for the Indian Navy in a leading South Korean Shipyard.

He was the Warship Production Superintendent at Mazagon Dock Ltd., Mumbai, from 1993 to 1995. He was involved with construction of Submarines, Missile Boats, Delhi Class Destroyers, and Repairs/Modernization of War ships.

1. Indigenous construction of warships in India commenced in the early 70s. The ships

were built in three Public Sector Shipyard (PSUs) under the administrative control of Ministry of Defence. It is to the credit of these yards that they successfully produced various types of ships and submarines including frigates and destroyers.

2. Public Sector Shipyards have done yeoman service during initial years of indigenous ship construction when lesser no. of ships were required. With growing Naval and Coast Guard requirement, PSUs are unable to deliver required number of ships due to lack of capacity. It has resulted in accumulation of work load and delayed deliveries of ships & submarines. There is thus a huge mismatch between the production capacities of PSUs and the requirements of the Indian Navy. This is primarily due to:-

- (a) Low production capacity
- (b) Infrastructure constraints
- (c) Cumbersome procurement procedures
- (d) Outdated shipbuilding practices
- (e) Less automation
- (e) Limited scope for expansion/modernization of existing yards

3. To bridge this huge gap between demand and supply, Govt. of India has opened up private sector participation in the defence production recently. To facilitate the synergy between huge knowledge & experience available with Public Sector shipyards and modern

infrastructure developed by the Private sector, Govt. is encouraging Public Private Partnerships between Defence PSUs and private shipyards through formation of JVs. This would ensure meeting the requirements of Indian Navy in a time bound and cost effective manner.

4. Pipavav Defence & Offshore Engineering Company Limited, promoted by Mr. Nikhil Gandhi and Mr. Bhavesh Gandhi, has been set up on the west coast of India in the state of Gujarat. It is a state of the Art shipbuilding facility spread over 782 acres of land with a total investment of USD 650 Million.

The shipyard has a dry dock measuring 662m x 65 m and two goliath cranes capable of handling blocks up to 1200 tons in tandem. Automation by use of CNC machines, panel lines & robotics has resulted in significant reduction in the build periods and costs. .

5. The shipyard was dedicated to the Nation by the Prime Minister of India, Hon Dr Manmohan Singh in Jun 2010. Presently it has an order book of 1.2 Bn USD. Commissioning of Pipavav Shipyard is a great step forward towards meeting the requirements of the Indian Navy through Private Sector participation in the Defence Sector.



В 1979 г. Йохен Деерберг получил мандат консультанта фирмы «Deutsche Gerätebau» и группы «Rheinpadel» с целью «анализа компаний и, в частности, их экологических подразделений». Так началась успешная история фирмы «Deerberg-Systems». Настоящий прорыв в истории развития компании наступил в 1992 г., когда Йохен Деерберг организовал первый экологический семинар для руководящего состава круизной промышленности в Майами. Практика таких семинаров для представителей морской отрасли была им успешно продолжена, и в 2010 г. Йохен вошел в Оргкомитет первого Мирового морского экологического конгресса, собравшего лидеров основных секторов судостроения для обсуждения экологических проблем, стоящих перед отраслью. Результатом 30-летней деятельности

ENVIRONMENTAL PROTECTION THE MOTOR OF THE MARINE INDUSTRY

Jochen Deerberg, Director of Deerberg-Systems GmbH

фирмы Деерберг стала Многофункциональная система обработки отходов МПВМС/MPWMS®, которая в настоящее время признана наиболее надежной технологией для обработки отходов на борту судна. Со 177 крупными пассажирскими судами, 72 судами военно-морского флота, 27 суперяхтами, 20 специальными судами и более 600 судами коммерческого назначения в портфеле уже выполненных поставок фирма «Deerberg» удерживает ведущие позиции в технологии охраны окружающей среды.

The marine industry is forerunner in waste management:

- Incineration or Converter® Systems for perfect handling of solid waste, food and wet waste, biosludge.
- Recycling components for the pretreatment of glass, tins, paper/cardboard, PET for later recycling.
- Drinking water production from seawater at highest standards.
- Advanced Waste Water Treatment Systems (grey and black water) according to highest international rules like e.g.

HELCOM, producing almost drinking water quality from waste water.

These waste management standards, leading to a sustainable environmental protection, are standard on cruise vessels, modern navy vessels and are more and more implemented in offshore units:

- Platforms.
- Accommodation vessels.
- Cable and pipe layers.
- Support vessels.
- etc.

Waste Management Solutions for the Offshore Industry and especially Russian Arctic Oil & Gas:

- Waste treatment at the source.
- MARPOL Garbage Collector Vessel.
- Central Onshore Facility.
- Deerberg-Systems is the world-wide leading supplier for integrated waste management systems on ships and has equipped in the past 30 years:
 - 175 Large Passenger Vessels;
 - 72 Navy Vessels;
 - 28 SuperYachts;
 - 20 Offshore Vessels;
 - 650+ Merchant Vessels.



КОНСТРУКЦИОННЫЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ОКЕАНОТЕХНИКЕ

A.S. Oryshenko, д-р техн. наук, генеральный директор ЦНИИ КМ «Прометей»

В 1974 г. А.С. Орыщенко окончил Ленинградский механический институт и поступил на работу в ЦНИИ КМ «Прометей», где за короткий период прошел путь от инженера до заместителя генерального директора – начальника научно-производственного экспериментального комплекса ФГУП «ЦНИИ КМ

«Прометей». С 5 декабря 2008 г. – генеральный директор института.

А.С. Орыщенко – автор свыше 86 научных трудов, в том числе 34 авторских свидетельств и патентов, одной монографии. Лауреат премии Правительства Российской Федерации (2012). Награжден государ-

ственными наградами, имеет почетные звания.

Освоение Мирового океана – одна из важнейших стратегических задач. Для ее решения наряду с традиционным судостроением в настоящее время создается целый ряд новых образцов морской техники и морских инженерных сооружений. Приоритетной задачей в этой области для нашей страны является освоение арктического шельфа и глубин Мирового океана, которое требует создания морских технических средств, работающих в экстремальных условиях. Появление таких изделий невозможно без разработки и обеспечения промышленного производства нового поколения конструкционных материалов. Такие разработки в настоящее время выполняются ЦНИИ КМ «Прометей».

Работы института в данной области ведутся по нескольким направлениям. При этом для достижения высоких эксплуатационных характеристик создаваемых материалов специально разрабатываются и широко применяются технологические методы, обеспечивающие изменение структуры материала вплоть до нано-уровня, что в целом ряде случаев позволяет добиться качественного повышения служебных свойств материалов. Наиболее ярким примером влияния нано-структурирования на свойства конструкционных сталей является разработанная институтом технология термопластического воздействия, которая позволяет не только значительно повысить прочность материала, но и за счет создания ультрамелкодисперсной структуры снизить его критическую температуру хрупкости, повысить вязкость и трещиностойкость.

На основе этой технологии созданы сверххладостойкие толстолистовые стали высокой прочности для строительства разведочных и добычных морских стационарных платформ и плавучих буровых установок, судов арктического плавания (танкеров, ледоколов) ледового класса, хранилищ сжиженного газа, подводных и наземных магистральных и промышленных трубопроводов, бурильной и строительной техники с повышенной на 40% коррозионной стойкостью, хладостойкостью до -60°C .

Кроме того, институтом созданы немагнитные высокопрочные коррозионностойкие азотсодержащие сплавы для производства крупногабаритного листового, профильного проката, поковок и штамповок со сниженным уровнем основных легирующих элементов, высокой коррозионной стойкостью и коррозионно-механической прочностью, обеспечивающие хорошую технологичность при сварке, гибке и правке.

Институтом разработаны высокопрочные судокорпусные стали и титановые сплавы нового поколения для глубоководных аппаратов, обеспечивающие достижение предельных глубин Мирового океана, а также ресурсосберегающие технологии их изготовления. Новые стали, обладающие более высокими по сравнению с известными высокопрочными сталями сопротивлением хрупким и коррозионно-механическим разрушениям и свариваемостью в больших толщинах, обеспечивают повышенную надежность морской техники при сокращении затрат на материалы корпуса. Разработки могут быть востребованы для добычи полезных ископаемых со дна Мирового океана. Институтом также

создан ряд морских свариваемых титановых сплавов с пределом текучести от 600 до 785 МПа в крупногабаритных полуфабрикатах – плиты, листовые штамповки и кованные заготовки.

Другим направлением применения конструкционных наноструктурированных материалов является создание специальных антифрикционных углепластиков и технологий изготовления на их основе специальных композитных высоконагруженных износостойких подшипников скольжения, в том числе и для дейдвудных высокоэкологических подшипников с использованием воды в качестве смазки.

Для изготовления элементов корпусных конструкций созданы и масштабно внедрены специальные углепластики и гибридные полимерные конструкционные материалы и высокоэффективные вакуумные технологии, что позволит в самом ближайшем будущем создавать высокопрочные и высоконадежные образцы морской техники.

Большое внимание в работах института уделяется созданию высококоррадиационностойких материалов для корпусов атомных реакторов стационарных и транспортных установок. В связи с исключительно высокой радиационной стойкостью разработанных сталей их применение возможно для изготовления корпусов реакторов, рассчитанных на интегральный поток нейтронов на стенку до уровня $3 \cdot 10^{20}$ н/см².

В настоящее время институт работает над созданием высококоррадиационностойких титановых сплавов, которые могут найти эффективное применение для изготовления атомных реакторов интегрального типа для транспортных установок.



Специалист в области технических средств подводных исследований. Окончил Всесоюзный заочный энергетический институт (1965). С 1965 г. работает в Институте океанологии им. П.П.Ширшова: зав. Лабораторией научной эксплуатации глубоководных обитаемых аппаратов. Создатель нового научно-техничес-

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ В ОКЕАНЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЛУБОКОВОДНЫХ ОБИТАЕМЫХ АППАРАТОВ (ГОА)

А.М. Сагалевич, д-р техн. наук, проф., Герой РФ, Институт океанологии РАН им. П.П. Ширшова

кого направления – исследования океана с применением глубоководных обитаемых аппаратов (ГОА). Принимал участие в строительстве ГОА «Пайсис-VII» и «Пайсис-XI», один из создателей аппаратов «Мир-1» и «Мир-2». Совершил более 400 погружений как главный пилот ГОА, в том числе два испытательных погружения на ГОА «Мир-1» и «Мир-2» на глубины 6170 и 6120 м соответственно. С 1989 по 2007 г. возглавлял 30 океанических экспедиций с применением ГОА «Мир». Под его

руководством разработаны уникальные глубоководные технологии по герметизации затонувших объектов, содержащих радиоактивные элементы, проведено восемь экспедиций на АПЛ «Комсомолец», экспедиция на АПЛ «Курск» и уникальные погружения по программе «Северный полюс-2007». Возглавляемым им коллективом подводников впервые в мире проводились глубоководные кино съемки, позволившие создать известный фильм «Титаник», фильмы о «Бисмар-

ке», японской подводной лодке «I-52» и др. Член Академии подводных наук и искусств США (2002). Единственный российский ученый в ряду выдающихся подводников мира, имена которых помещены в Зале подводной славы в Майами. Автор более 300 научных работ, в том числе трех монографий и десяти книг в соавторстве. Награжден орденами Ленина, «Знак Почета», Мужества, медалью Томаса Ловела Клуба исследователей США. Обладатель приза «Исследователь года» Клуба искателей приключений США за историческое погружение в точке Северного полюса на глубину 4300 м (2007).

На основании 40-летнего опыта создания и эксплуатации ГОА в Институте океанологии им. П.П.Ширшова РАН рассматриваются вопросы, связанные с развитием строительства обитаемых аппаратов, совершенствования их конструкций, расширения комплекса задач, решаемых с их помощью – от проведения научных исследований в глубинах океана до обследования затонувших объектов и съемок глубоководных кино- и видеопленок.



В 1984 г. закончил Новороссийское высшее инженерное морское училище по специальности «судовождение на морских путях». Трудовую деятельность начал в качестве судоводителя в Латвийском морском пароходстве. За девять лет работы в пароходстве прошел путь до старшего помощника капитана. В 1993 г. перешел в «Транзас», где возглавил на тот момент развивающиеся и новые направления деятельности компании.

В течение практически 20 лет А.В. Белентьев занимает руководящие должности в Группе компаний «Транзас», непосредственно участвует в организации успешной международной деятельности «Транзас».

Представлены предложения компании «Транзас» по созданию инновационной «Интегрированной сис-

На основании опыта применения глубоководных обитаемых аппаратов «Пайсис VII» и «Пайсис XI», «Мир-1» и «Мир-2» анализируются вопросы использования ГОА для проведения широкого спектра работ в океане с акцентом на инновационные разработки в решении методических и инженерно-технических проблем, возникающих в процессе эксплуатации аппаратов. Наряду с особенностями конструктивных решений, которые закладываются при создании аппаратов для наиболее рационального использования их возможностей, рассматриваются методики проведения детальных исследований дна океана с применением полигонных методов, которые нашли применение также при организации поисковых работ на больших глубинах и при обследовании лежащих на дне объектов.

Показано, что большую роль при проведении ряда глубоководных операций играет использование нескольких обитаемых аппаратов одновременно, а также взаимодействия телеуправляемых и обитаемых аппаратов. Показано, что такие решения значительно расширяют возможности обитаемых аппаратов и

позволяют проводить уникальные операции на затонувших объектах, находящихся на больших глубинах.

На основании использования ГОА «Мир» для проведения уникальных погружений на дно Северного полюса под сплошным ледовым покровом рассматривается методика такого рода погружений обитаемых аппаратов, которая показала себя не только как инновационная, но и как рабочая, рекомендованная для проведения подобного рода операций.

Исследования, проведенные в 2008–2011 гг. на озерах Байкал и Женевское, показали не только эффективность применения ГОА «Мир» в пресноводных водоемах, но и их мобильность при переброске аппаратов воздухом и по земле из одной точки земного шара в другую на большие расстояния, что очень важно в случае необходимости организации спасательных операций.

Почти 40-летний опыт создания и эксплуатации глубоководных обитаемых аппаратов в Институте океанологии РАН является уникальным, вобравшим в себя самые разные результаты глубоководных операций в океане.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ АРКТИЧЕСКОГО СУДОХОДСТВА, ОСВОЕНИЯ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА И ПОВЫШЕНИЯ ТРАНЗИТНОГО ПОТЕНЦИАЛА СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ

А.В. Белентьев, генеральный директор ЗАО «Транзас»

темы обеспечения комплексной безопасности судоходства и объектов в арктических морях и прилегающих внутренних водных путях Арктической зоны РФ» в целях повышения безопасности и эффективности судоходства, освоения шельфовых месторождений Арктики и повышения транзитного потенциала Северного морского пути. Рассмотрены основные направления деятельности компании «Транзас» по созданию инновационных технологий и оборудования. Описаны схема, структура и компоненты Интегрированной системы, предложен порядок выполнения мероприятий по созданию системы в оптимальный срок. Обоснована необходимость и целесообразность осуществления «пилотного» проекта

«е-Навигации» в западном секторе Арктики на участке трасс с круглогодичной навигацией Мурманск–Обская губа–река Енисей–Дудинка как начального этапа. Компанией «Транзас» разработаны технологии и компоненты е-Навигации, необходимые для создания ИСОКБ Арктической зоны РФ, (см. иллюстрацию к вопросу о создании предлагаемой системы).



WMTC-2012



Mr. Ferguson attended the Royal Military College of Canada from 1963 to 1967. From 1967-1981, he served with the Royal Canadian Navy as a Naval Officer, initially in destroyers (1967-1970) before volunteering for Submarine service. He commanded a 2400-ton diesel electric submarine, HMCS Okanagan, from 1978-1981. Mr. Ferguson won a Maritime Commander's Award for operational efficiency in 1980.

In 1981, Mr. Ferguson joined ISE as a Project Manager to take command of the commercial submarine Auguste Piccard, where he was involved in the search for the wreck of the treasure ship "San Jose". Since 1982, as Vice President of ISE, Mr. Ferguson has been responsible for the overall operation of the company's AUV

BRIEF LOOK AT AUVS OVER THE PAST 30 YEARS AND AN OUTLOOK FOR THE NEXT DECADE

James S. Ferguson, Vice-President International Submarine Engineering Ltd.

development, which includes the Explorer vehicle. He has sold over 35 AUVs to clients in Canada, the United States, the Middle East, Europe and Asia. He has served as: an advisor to the Minister of National Defence, a Director of the Canadian Manufacturing Association and the chairman of the BC Industry Association (now TIA). Currently he is the President of the Engineering Committee on Oceanic Resources.

The author has been involved continuously with AUV development, sales and operations continuously from the day that he built the ARCS AUV at International Submarine Engineering in 1981. In this paper, the challenges of the first few years in AUV development will be presented along with the solutions that were found at the time. The paper will then outline the accomplishments which have been made with AUVs more recently and the impact which these accomplishments have had on building acceptance

for the operational use of AUVs by the subsea industry.

As an example of what has been done, the author will describe the use of ISE's Explorer AUV in recent under-ice operations in the Canadian arctic in 2010 and 2011. Their mission was to undertake under-ice bathymetric surveys supporting Canada's submission under the United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS). During these deployments a 1100 km mission under the ice was conducted over a period of 10 days in water depths of 3200 m. Operations were also carried out within 120 km of the North Pole and several new technologies were demonstrated.

The paper will then outline the author's vision of where AUV development will go over the next 10 to 15 years – describing both the challenges that the users will make, the difficulties which will be encountered as we look for ways to meet these challenges and by meeting them, the place which the AUV will have in the subsea industry.



В. Ю. Дорофеев окончил Ленинградский кораблестроительный институт в 1991 г. по специальности «инженер-кораблестроитель». Видный специалист в области проектирования подводных лодок и глубоководных технических средств. С 1991 г. прошел путь от инженера-конструктора, начальника сектора проектного отдела, заместителя главного конструктора глубоководных технических средств (1997), заместителя генерального конструктора (2006), первого заместителя генерального директора – главного инженера (2008) до генерального директора организации (2011). Имеет большой опыт в области расчетов по теории корабля, проектирования, сопровождения постройки кораблей и их испытаний. Значительный творческий вклад внес в создание и сдачу заказчику глубоководного технического средства

ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ОБИТАЕМЫЕ ГЛУБОКОВОДНЫЕ АППАРАТЫ. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В.Ю. Дорофеев, генеральный директор ОАО «СПМБМ «Малахит»

третьего поколения. Уделяет внимание подготовке научных и инженерных кадров, председатель Государственной аттестационной комиссии в Санкт-Петербургском государственном морском техническом университете. Имеет научные труды и изобретения, правительственные награды.

Санкт-Петербургское морское бюро машиностроения «Малахит» было образовано в 1948 г. как проектная организация по созданию и отработке боевых подводных лодок с воздушнезависимыми энергетическими установками, а также подлодок, оснащавшихся перспективными образцами вооружения.

1. К концу 60-х гг. в отечественном судпроеме окончательно оформилось самостоятельное проектно-производственное направление для создания обитаемых глубоководных аппаратов.

Освоение глубоководной тематики конструкторы «Малахита» начали с разработки проекта модернизации ав-

тономного обитаемого глубоководного аппарата «Север-2», спроектированного в 1968 г. и построенного Ново-Адмиралтейским заводом по заказу Минрыбхоза.

При помощи «Севера-2» был с большой точностью обследован рельеф морского дна в Черном море, созданы карты солености и температуры воды. Удалось исследовать разные виды рыб и произвести их учет в нескольких районах Тихого и Атлантического океанов.

2. Следующей разработкой «Малахита» в этом направлении стал аппарат «Поиск-2», построенный в 1975 г.

Параллельно с созданием «Поиска-2» СМБМ «Малахит» вел разработку первого отечественного батискафа для научно-исследовательских и подводно-технических работ на предельной глубине до 6000 м в интересах гидрографических и поисково-спасательных служб ВМФ. В 1985 г. такой автономный обитаемый глубоководный аппарат (он получил название «Поиск-6») был построен на заводе «Адмиралтейские верфи».



Professor Yoo Sang CHOO is The Lloyd's Register Educational Trust Chair Professor in National University of Singapore. He is Past President of The Institute of Marine Engineering Science & Technology (IMarEST). Prof. Choo has served as Chairman/Co-Chairman of international conference committees. He is National Chairman for ISO TC67/SC7 Offshore Structures and is member of IIW XV-E: Tubular Structures, and ISSC Standing Committee. He has served as technical consultant in major offshore

CONSTRUCTION AND INSTALLATION ENGINEERING OF OFFSHORE STRUCTURAL SYSTEMS

Yoo Sang CHOO, The Lloyd's Register Educational Trust Chair Professor, Director (Research), Centre for Offshore Research & Engineering & Department of Civil & Environmental Engineering, Faculty of Engineering National University of Singapore

projects, including providing solutions for innovative fabrication and installation methods. He has initiated or participated in international joint industry projects, and is Principal Investigator of research projects, including Structural Integrity Management of Offshore Structures.

This paper will review recent developments in construction and installation techniques adopted for offshore structural systems, including bottom-founded and floating oil & gas drilling and production systems. For bottom-founded system, float-over of heavy integrated deck offers viable alternative. For floating production storage and offloading (FPSO) vessel, the facilities are normally modularized and lift

installed on top of the main deck with appropriate load transfer mechanisms to ensure compatible deformations. For semi-submersible or tension-leg-platform system, the modules may be integrated to the deck structure for overall structural stiffness and integrity. Different construction approaches have been adopted, including wet mating of deck and lower hull when appropriate cranes or construction equipment are not available, or integration in the construction yard through various construction options. The paper will elaborate on the lessons learnt from different construction techniques with an objective to review the impact of available construction equipment and systems on successful completion of relevant projects.



Jeff Buckley is an electrical engineering graduate of the University of Wales, Swansea and subsequently obtained a MSc in Electrical Marine Engineering while serving in the Royal Navy. His naval experience of 16 years included shore and sea appointments in HMS Collingwood, HMS Daedalus, HMS Sheffield at sea and the Royal Naval Engineering College, Manadon. Engineering appointments prior to this spanned 10 years in the steel industry and he has now spent 16 years with Converteam (now a GE company), an ex-Alstom; Cegelec and GEC company based in Rugby where he is responsible

ELECTRIFYING SHIP PROPULSION

Jeff Buckley, BSc, MSc, CEng, FIMarEST, GE Energy Power Conversion KBP

for the development of global naval business in his role of Naval Business Development Manager. He is a Chartered Engineer, a Member of the Institution of Engineering Technology and a Fellow of the Institute of Marine Engineers, Science and Technology.

In his 1997 paper presented at the 'Turbinia and Beyond' conference¹, the author postulated a future electric propulsion system based on a permanent magnet, podded propulsion motor; a PWM IGBT converter and a WR21 gas turbine alternator or a combined gas and steam turbine electric system. While these technologies are taken for granted today, this was not always the case, because competing claims for improved and more reliable performance from electric drive technologies that featured novel motor and converter designs were always being put forward as viable contenders at that time. Coupled with rapid advances in power device technologies, this made for a plethora of electric propulsion solutions for a market that was still apprehensive about introducing, what was perceived to be, a high risk prop-

pulsion solution. Nowhere, was this more prevalent than in the naval market sector where the objective was increased power density from reliable and compact designs. Although the introduction of permanent magnet, high temperature superconducting and more conventional, but advanced motor technologies all had an impact on this objective, the quest for further improvements in power density and reliability continues today.

This paper sets out to review the technologies inherent in early applications of what has become known as Integrated Full Electric Propulsion (IFEP) and how subsequent technologies made electric propulsion a leading contender for both naval and commercial applications. Recent innovations featuring so-called 'active stator' technology as applied to a brushless DC motor with an integrated inverter, has broadened the concept of power dense IEP solutions to include sub-surface naval applications and commercial vessels. It has taken approximately 100 years to arrive at this 'global' propulsion solution which raises the inevitable question of "what next?"



Kjell Holden finished his university studies at NTH Trondheim Norway in 1969 within Aeronautics. He worked for DNV for 10 years...1970-1980... on propulsion and vibration of ships. From 1980 to 2005 he worked for MARINTEK in Trondheim where he had various positions, the last 10 years as vice president. For a period of 5 years he was the project manager for the Norwegian National Research Programme on High Speed Ships together with builders, operators and maritime authorities. He has since 1991 been the chairman of the international committee for the FAST conferences. From 2005 to 2010

DEVELOPMENT OF HIGH SPEED SHIPS AND TRANSPORTATION DURING THE LAST 30 YEARS

Kjell Holden, Chairman International Standing Committee for FAST conferences

he has also been working for the Offshore Simulation Centre in Lesund focusing on simulation, safety and training of ship crews. He has been taking part in investigations and working for a number of commissions for fatal accidents at sea during the years.

The presentation will focus on development of high speed craft designs and concepts since the 1985-1990 as well as the transportation and operational aspects.

During that period a number of new designs and concepts have been introduced and put into operation. New hull forms, SES, foil-borne concepts and propulsion systems have been launched on the market and tested. Some have become a commercial success while others have failed but still contributed to the development of technology and increased knowledge.

What has been the most important factors for success? Other aspects which will be discussed are operational aspects like safety, training, human factor and environmental impact.

A number of fatal accidents have occurred during that period which have changed both the international rules, attitude and awareness among the operators.

The future represents a number of challenges for all parties involved in fast sea transportation and some of these will be highlighted.

The academia all over the world has been very much involved within a number of disciplines. More than 1200 papers have been presented during the 11 Fast Sea Transportation Conferences since 1991. The cooperation and influence of these efforts on the development will be discussed.



A.V. Shlyakhtenko since 1972, after completion of Leningrad Shipbuilding Institute, works in OAO 'Almaz'. In 1987-1990 as a state consultant - leader of the group implementing

ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ СКОРОСТНЫХ КОРАБЛЕЙ

A.V. Шляхтенко, д-р техн. наук, проф., генеральный директор ОАО «ЦМКБ «Алмаз»

техническое руководство строительством кораблей для индийских ВМС на верфях в Бомбее и Гоа. С 1991 г. – главный конструктор проектов, главный инженер, начальник-главный конструктор, начальник – генеральный конструктор ОАО «ЦМКБ «Алмаз».

Член НТС ВПК, член Экспертного совета по проблемам законодательного обеспечения развития ОПК при председателе Совета Федерации Федерального собрания РФ. Автор более 80 научных трудов и изобретений. С 2000 г. – действительный член Российской и Санкт-Петербургской инженерных академий.

Под его руководством и при его непосредственном участии были разработаны и созданы уникальные корабли и катера, которые являются базовыми проектами кораблей XXI в. Имеет государственные награды РФ.

Рассмотрен мировой опыт создания кораблей и судов на воздушной подушке, приведены основные ТТЭ и выполнен анализ проектных решений, примененных в опытовых скеговых СВП SES-100 (США), «Икар-2» и «Стрепет» (Россия). Сделан краткий обзор основных ТТЭ и конструктивных особенностей однокорпусных катеров водоизмещающего типа.



ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

L.N. Карлин, д-р физ.-матем. наук, проф., ректор РГТУ

L.N. Karlin completed Leningrad Hydrometeorological Institute in 1971 (now – Russian State Hydrometeorological

University). In the further he worked in RGTU as an assistant, associate professor, department head, vice rector, rector. He has government awards

ды, опубликовал ряд учебников и научных монографий.

Морская деятельность Российской Федерации, определяемая национальной морской политикой, сформулированной в Морской доктрине Российской Федерации на период до 2020 г., стратегии развития морской деятельности Российской Федерации до 2030 г. и др. имеют множество рисков при их реализации, в том числе гидрометеорологические. Гидрометеорологическое обеспечение – одно из средств снижения этих рисков.

Основными стратегическими направлениями разработок и внедрения инновационных технологий при гидрометеорологическом обеспечении морской деятельности являются:

- обеспечение устойчивого функционирования и развития морской деятельности от воздействия опасных природных явлений и изменений климата (обеспечение гидрометеорологической безопасности);
- обеспечение потребностей субъектов морской деятельности (органов государственной власти, секторов экономики и пользователей, Вооруженных Сил Российской Федерации) гидрометеорологической информацией и информацией о состоянии окружающей среды;
- гидрометеорологическое обеспечение деятельности Российской Федерации в Арктике и Антарктике.

Основные задачи гидрометеорологического обеспечения по функциональным направлениям национальной морской политики:

- для морских перевозок – повышение безопасности морских перевозок, защиты окружающей среды от возможных негативных последствий морской деятельности, в том числе для устойчивого функционирования Северного морского пути – путем установления специальных лицензионных условий и требований;
- для морского промышленного рыболовства – оптимизация управления рыбопромысловым флотом на основе эффективного прогнозирования пространственного и временного распределения биологических ресурсов, а также прогнозирования гидрометеорологических условий промысла;
- для освоения минеральных и энергетических ресурсов – разработка известных месторождений и интенсивная разведка нефти и природного газа на континентальном шельфе Российской Федерации, а также создание условий и возможностей для разведки и добычи ресурсов глубоководных районов Мирового океана (на дне и в недрах), закрепление в рамках полномочий Международного органа по морскому дну прав Российской Федерации на разведку и разработку ресурсов морского дна за пределами юрисдикции прибрежных государств;

• для осуществления военно-морской деятельности – охрана внутренних морских вод, территориального моря, исключительной экономической зоны, континентального шельфа Российской Федерации и их природных ресурсов.

РГГМУ – один из центров развития и внедрения инновационных технологий в гидрометеорологическом обеспечении, координатор технологической платформы «Технологии экологического развития» и участником платформы «Освоение океана». В качестве основных инновационных технологий, разработанных в РГГМУ, можно выделить:

- информационный портал для поиска, получения, отображения, распространения и хранения данных дистанционного зондирования поверхности океана, динамических явления, происходящих в его толще, а также оптико-биологических процессов;
- комплекс методов долгосрочного прогноза уровня Мирового океана (на длительную перспективу, на ближнюю перспективу и на текущий период);
- методику оперативного прогнозирования температуры поверхностного слоя по районам Северной и Восточной Атлантики и ледовитости Баренцева моря;
- разработку физико-математических моделей дрейфа айсбергов в Баренцевом море и оценки вероятности их взаимодействия с объектами обустройства месторождений.



А.Н. Алешкин в судостроении – более 30 лет. В 1974 г. начал работать помощником мастера на судоремонтном заводе «Звездочка», позднее был назначен заместителем руководителя этого предприятия. В ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта» А.Н. Алешкин с 2004 г., в течение ряда лет руководил одним из ведущих подразделений организации – фирмой «Союзпроектверфь», по проектам которой построены и модернизированы большинство судостроительных, судоремонтных и машиностроительных предприятий нашей страны и за рубежом. В 2011 г. возглавил ОАО «ЦТСС» – веду-

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ СУДОСТРОЕНИЯ И СУДОРЕМОНТА

*А.Н.Алешкин, врио генерального директора
ОАО «Центр технологии судостроения и судоремонта»*

щую технологическую организацию судостроительной промышленности в области создания принципиально новых технологий строительства кораблей, судов и морской техники, разработки и производства средств технологического оснащения для предприятий, модернизации и технологического перевооружения верфей, разработки арматуры для всех типов кораблей и судов, обеспечения утилизации кораблей и судов с ядерными энергетическими установками.

Под руководством А.Н.Алешкина и при его непосредственном участии были разработаны проекты модернизации и технического перевооружения важнейших судостроительных производств и предприятий. Он – автор многих изобретений, патентов и научных работ. Имеет правительственные награды и почетные дипломы.

Судостроительная промышленность, будучи одной из ведущих отраслей Рос-

сии, в значительной мере определяет военную, транспортную, продовольственную и энергетическую безопасность государства и продолжает оставаться одной из немногих отраслей, продукция которой обладает высоким научно-техническим и экспортным потенциалом.

Сегодняшнее состояние предприятий судостроительной промышленности не позволяет в полной мере решать указанные задачи по следующим причинам:

- отсутствуют построено-спусковые сооружения для строительства судов DW свыше 70 тыс. т;
- на судостроительных верфях отрасли отсутствует крановое оборудование большой грузоподъемности (450–900 тс и выше);
- средний возраст технологического оборудования, станков, грузоподъемных средств, судовозных тележек составляет 25 лет;
- дефицит высококвалифицированных рабочих и инженерных кадров.

Потребности России до 2020 г. составляет до 1400 ед. морской техники разных типов и назначений, из них около 80 ед. – крупнотоннажные суда (DW свыше 70 тыс. т), в том числе для обеспечения добычи, хранения и транспортировки углеводородов с шельфовых месторождений.

В области судостроения необходимо решить следующие четыре глобальные задачи:

- освоить строительство крайне важных для России типов крупнотоннажных судов-газовозов и средств освоения шельфа;
- не менее чем в 1,5–2 раза снизить трудоемкость судостроительного и судоремонтного производства как за счет комплексной автоматизации и механизации, так и за счет внедрения современных методов организации производства;
- сократить не менее чем в 2–2,5 раза сроки строительства судов, прежде всего за счет внедрения крупноблочных методов строительства и перехода к зональному проектированию и строительству кораблей и судов с модульными принципами монтажа оборудования и комплексов вооружения;
- создать в России два-три современных судостроительных комплекса, предназначенных для строительства крупно-

тоннажных судов и буровых платформ.

Среди основных перспективных направлений технологических разработок, выполненных ОАО «ЦТСС», необходимо отметить следующие:

- инновационные технологии и оборудование для формообразования деталей;
- технологии и оборудование для термической резки листового и профильного проката из углеродистых и легированных сталей;
- технологии лазерной резки и сварки;
- программно-управляемое оборудование для сварки толстостенных конструкций;
- комплекс оборудования для автоматизированной и роботизированной сборки и сварки корпусных конструкций;
- технологии монтажа судовых ядерных энергетических установок, включая монтаж биологической защиты и обеспечение герметичности;
- трубогибочные станки с программным управлением;
- технологии изготовления судовых корпусных конструкций на основе наномодифицированных композиционных материалов;

– технологии и оборудование для постройки газовозов;

- современные технологии и приборы для проверочных и контрольных операций в судостроении;
- конструктивно-технологические решения перспективных образцов судовой арматуры;
- перспективные технологии в судоремонте;
- применение информационных технологий в судостроении.

Комплексное внедрение перечисленных выше технологий и оборудования как на действующих предприятиях отрасли, так и на вновь создаваемых мощностях станет важнейшим фактором снижения трудоемкости и сокращения продолжительности строительства кораблей и судов до показателей ведущих зарубежных верфей.

Новые технологии – гарантия повышения конкурентоспособности отечественного судостроения и обеспечения дальнейшего развития всех сфер морской деятельности России, в том числе в освоении нефтегазового потенциала континентального шельфа.



В.Н. Илюхин – ведущий ученый в области развития системы поисково-спасательного обеспечения морской деятельности, заслуженный изобретатель РФ, лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники, капитан 1 ранга в запасе. После окончания в 1975 г. кораблестроительного факультета ВВМИУ им. Ф.Э. Дзержинского служил на боевых кораблях и спасательных судах ВМФ, а с 1989 по 2010 г. был заместителем начальника 40 ГНИИ МО РФ по научной работе. Он – автор более 350 научных работ, в том числе «Федерального плана поиска и спасения на море и водных бассейнах России»,

ПОДВОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ СПАСАНИИ ЭКИПАЖЕЙ АВАРИЙНЫХ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК

В. Н. Илюхин, д-р техн. наук, проф., президент НО «Ассоциация развития поисково-спасательной техники и технологий»

«Концепции создания и развития системы предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на море и водных бассейнах России», «Положения о взаимодействии аварийно-спасательных служб министерств, ведомств и организаций на море и водных бассейнах России», «Концепции обеспечения спасения экипажей аварийных подводных лодок», гл. «Суда поисково-спасательного обеспечения ВМФ» в Энциклопедии машиностроения и др.

В 1996–2010 гг. участвовал в заседаниях рабочих групп НАТО в рамках проекта «Россия–НАТО» по вопросам спасения экипажей аварийных подводных лодок и развития международной составляющей системы спасения экипажей аварийных подводных лодок.

С 1999 г. руководит работой Технического комитета по стандартизации гипербарической техники «ТК-416», а с 2007 г. активно участвует в работе

Научно-экспертного совета Морской коллегии при Правительстве РФ.

С 2009 г. В.Н. Илюхин руководит некоммерческой организацией «Ассоциация развития поисково-спасательной техники и технологий», которая содействует развитию отечественной поисково-спасательной техники.

При проведении сложнейших спасательных операций по спасанию экипажей аварийных подводных лодок, лежащих на грунте, применяется целый комплекс подводных технологий, основанных на самых последних достижениях науки и техники. При сравнении тенденций развития этих технологий в различных странах можно выделить как общие направления, так и отличия, которые обусловлены различными факторами. Определяющими среди них являются уровень обеспеченности живучести подводных лодок и состояние сил и средств поисково-спасательного обеспечения (ПСО).

Доклады, прочитанные на конференции WMTC–2012 и рекомендованные к печати, будут опубликованы в специальном выпуске журнала «Морской вестник» №2 (10), 2012

Судостроительная фирма «Алмаз», начавшая функционировать в 1933 г. как верфь Морпогранохраны ОГПУ, в качестве своей первой продукции освоила выпуск пограничных катеров типов «МО-2» и «МО-4». Из-за своего двойного назначения – пограничные катера в мирное время и охотники за подводными лодками в военное время – эти катера более известны как «малые охотники» за подводными лодками.

Для 30-х гг. XX в. это были современные катера. При водоизмещении 56 т они развивали скорость хода около 26 уз, а в качестве вооружения имели две артустановки калибром 45 мм и два спаренных пулемета калибром 12,7 мм. Кроме того, катера могли принимать на борт глубинные бомбы. Для обнаружения подводного противника катера вначале оснащались шумопеленгаторами типа «Посейдон», а к началу Великой Отечественной войны – ГАС типа «Тамир». К началу войны на СФ «Алмаз» было построено 188 «малых охотников» и еще 40 в первые месяцы войны. В годы войны в целях унификации производства с торпедными катерами ТКД-3 предприятие прекратило выпуск «МО-4» и перешло на выпуск малых охотников «МО-ДЗ». Таких «охотников» было построено 46 ед.

К началу 50-х гг. тактико-технические характеристики катеров типов «МО-4» и «МО-ДЗ» стали отставать от требований времени. Продолжая сотрудничать с морскими пограничниками после войны, «Алмаз» в 1952 г. приступил к выпуску новых «малых охотников» – пр. 199. От своих предшественников они отличались лучшей пожарозащищенностью за счет установки дизелей вместо бензомоторов, большей скоростью хода (35 уз вместо 26 у «МО-4»). Впервые на них устанавливались бомбометы БМБ-2. В качестве средств гидроакустики использовалась совершенная для того времени ГАС «Тамир-11». Катера пр. 199 оснащались навигационной РЛС «Зарница». Для стрельбы по нарушителям границы устанавливались две 25-мм спаренных артустановки 2М-3 с наводкой от визуальных прицелов.

Всего в период 1952–1958 гг. на предприятии было построено 52 катера этого проекта. Они успешно несли пограничную службу, но ввиду ограниченной автономности не могли нести продолжительную дозорную службу. Созданные к тому времени «охотники» пр. 201 не удовлетворяли пограничников по своим скоростным качествам. Поэтому в 60-х гг. встал вопрос о создании компактного пограничного корабля нового проекта. Взяв за основу платформу ракетного катера пр. 205, ЦМКБ «Алмаз» разработало проект пограничного сторожевого корабля (ПСКР) типа «Тарантул» (пр. 205П). ПСКР этого проекта серийно строились на нашем заводе с 1967 по 1989 г. С начала 70-х гг. ПСКР типа «Тарантул» стали основным типом ПСКР наших пограничников. При полном водоизмещении 245 т «Тарантул» развивал скорость хода свыше 35 уз, что позволяло успешно бороться с нарушителями границы. Две спаренные 30-мм автоматические артустановки управлялись от стрельбовой РЛС «Рысь». Информация о навигационной обстановке вырабатывалась РЛС «Рангоут». ПСКР оснащались также четырьмя однотрубными 400-мм торпедными аппаратами для стрельбы противолодочными торпедами. Кроме того, на корме размещались бомбосбрасыватели для глубинных бомб. Для обнаружения подводного противника ПСКР оснащались ГАС типа «Бронза». За более чем 20-лентий период строительства ПСКР «Тарантул» наш завод передал Морпогранохране 111 единиц таких кораблей.

К концу 80-х гг. в связи расширением круга возлагаемых на ПСКР задач потребовалась замена сторожевых кораблей «Тарантул» на корабли следующего поколения. Но-

ОАО «СУДОСТРОИТЕЛЬНАЯ ФИРМА «АЛМАЗ» НА СЛУЖБЕ МОРПОГРАНОХРАНЫ ФСБ РОССИИ

*И.Я. Баскаков, директор музея,
С.Н. Галиченко, директор по маркетингу, ОАО «СФ «Алмаз»,
контакт. тел. (812) 235 9436*

вый проект ПСКР, разработанный ЦМКБ «Алмаз», получил наименование «Светляк» (пр. 10410). СФ «Алмаз» приступила к подготовке производства для строительства ПСКР «Светляк». При сравнимой с ПСКР «Тарантул» скорости хода (32 уз) «Светляк» имеет в носу более мощную 76,2-мм артиллерийскую установку и 30-мм артустановку АК-630 в корме. Обе установки управляются от РЛС «МР-123М». На борту ПСКР размещаются противолодочные торпеды, глубинные бомбы, комплекс ПЗРК «Игла-М», комплекс помех ПК-16. Для освещения навигационной обстановки имеются РЛС «Вайгач» и «Лиман», для обнаружения подводных целей размещены ГАС «МГ-349» и «МГ-747». Наряду с более современным по сравнению с пр. 205П вооружением корабля пр. 10410 «Светляк» обеспечивают и более высокий уровень бытовых удобств для личного состава.



ПСКР «Светляк» пр. 10410

Начало освоения ПСКР «Светляк» совпало с трудными девятидесятыми годами. С тем, чтобы не останавливать производство столь нужных морским пограничникам новых ПСКР «Светляк», руководство СФ «Алмаз» в начале 1991 г. приступило к строительству головного корабля за счет взятых кредитов. В последующем финансирование Морпогранохраны стабилизировалось и строительство ПСКР «Светляк» на СФ «Алмаз» продолжилось. К настоящему времени построено 16 ПСКР типа «Светляк», в том числе пять единиц на экспорт по модифицированному пр. 10412.

XXI век «Алмаз» встретил освоением новой продукции для Морпогранохраны РФ. Отслеживая рынок идей, руководство фирмы приобрело за счет собственных оборотных средств у ЦМКБ «Алмаз» проект скоростного патрульного катера «Соболь» (пр. 12200) и в 2006 г. построило головной катер. В проекте этого катера практически воплощено уникальное отечественное изобретение – днищевые автоматически управляемые интерцепторы, позволяющие более простым способом, чем автоматически управляемые подводные крылья, повысить мореходность скоростного катера. При водоизмещении около 60 т катер «Соболь» развивает скорость хода около 48 уз, может эксплуатироваться при волнении до 5 баллов. Катера этого типа удачно подошли на замену отжив-

ших свой век патрульных катеров пр. 1400М «Гриф». Пограничная служба ФСБ РФ, убедившись в высоких скоростных и мореходных качествах головного катера пр. «Соболь», заказала СФ «Алмаз» серию таких катеров.



ПСКР «Соболь» пр. 12200

Появились и зарубежные заказчики, что также свидетельствует о том, что проект и его реализация в металле соответствуют мировому уровню. Всего за последние годы на «Алмазе» построено 15 патрульных катеров пр. 12200 «Соболь», в том числе два на экспорт.

Продолжая обновление своей продукции, «Алмаз» в 2007 г. заложил ПСКР нового пр. 22460. Этот корабль предназначен для охраны государственной границы и территориальных вод, а также для борьбы с террористами и браконьерами. Водоизмещение спроектированного Северным ПКБ корабля – 630 т. При таком сравнительно небольшом водоизмещении может принимать на борт вертолет. Скорость его полного хода составляет 30 уз, а автономность – 30 сут. Специально для этого корабля компания «Транзас» разработала новый навигационно-тактический комплекс «ТРИМС-22460», позволивший довести уровень автоматизации до А1. На борту корабля предусмотрено размещение досмотровых катеров.

ней Олимпиады в Сочи в 2014 г. ПСКР пр. 22460 в будущем могут заменить ПСКР пр. 10410 «Светляк».

Продолжая сотрудничество с морскими пограничниками, «Алмаз» совместно с «Морским заводом «Алмаз» приступило к строительству патрульных судов ледового класса пр. 22120. Эти суда предназначены для контроля за выполнением в территориальных водах и в зоне исключительных экономических интересов РФ плавающими там судами таможенного законодательства России.



Патрульное судно ледового класса пр. 22120

По водоизмещению (ок. 1000 т) судно пр. 22120 – самое большое из когда-либо строившихся фирмой. Архитектурно-конструктивный тип судна пр. 22120 обеспечивает неограниченную мореходность. Скорость полного хода судна – 24 уз. При экономической скорости 17 уз обеспечивается дальность плавания 6000 миль. Судно оборудовано площадкой для приема вертолета. В кормовой части на слипе в закрытом ангаре размещена шлюпка для досмотровой партии. В декабре 2010 г. головное судно сдано заказчику. В настоящее время оно несет службу в Дальневосточном бассейне. На стапелях СФ «Алмаз» находится в постройке еще одно судно пр. 22120 со сроком сдачи заказчику в 2012 г.



ПСКР «Рубин» пр. 22460

12 мая 2010 г. на СФ «Алмаз» состоялась церемония торжественного подъема флага на головном ПСКР пр. 22460, получившем имя «Рубин». Он поступил в распоряжение Черноморско-Азовского управления береговой охраны Пограничной службы ФСБ РФ. В 2012 г. СФ «Алмаз» предстоит сдать еще два таких корабля. Всех их планируется использовать для обеспечения безопасности проведения зим-

Таким образом, 2012 г. для СФ «Алмаз» наиболее напряженный по сдаче кораблей своему традиционному заказчику – Пограничной службе ФСБ РФ.

Из настоящей статьи видно, что СФ «Алмаз» на всех этапах своего существования всегда строила и строит пограничные катера и корабли, соответствующие мировому уровню, и готова к реализации новых заказов. ■

Постановка проблемы. По данным за 2010–2011 гг., объемы перевозок грузов на внутренних водных путях (ВВП) европейской части России увеличились в 2010 г. на 7,4% (104,9 млн. т) к уровню 2009 г.; в 2011 г. на 20,7% (126,6 млн. т) к уровню 2010 г. По данным Минтранса, возможен выход на докризисный уровень перевозок уже в 2012 г. Поэтому при сохранении темпов роста перевозок главной проблемой будет пропускная способность шлюзов и проходы под мостами.

Целью статьи является исследование основных «узких мест» на ВВП европейской части РФ с определением основных ограничений по надводному габариту судна. На основании полученных данных создание проекта судна с пониженным надводным габаритом с возможностью прохода под мостами без разводки.

На ВВП определяющими главными размерения судов факторами являются размеры рабочих камер судоходных шлюзов; глубина, ширина и радиус закругления судового хода по реке; надводный габарит [1, 2].

По данным Минтранса, для «расширения узких мест» на ВВП европейской части России должны быть к 2020 г. выполнены:

- реконструкция лимитирующих участков и строительство второй нитки шлюза Нижне-Свирского гидроузла Волго-Балтийского водного пути (ВБВП);
- строительство низконапорного гидроузла со шлюзом Городецкого гидроузла;
- строительство вторых ниток Волго-Донского судоходного канала (ВДСК) и двух гидроузлов со шлюзами.

Решить же вопрос простоев перед мостами техническими средствами и модернизацией мостов невозможно. Мосты находятся в эксплуатации, в дневное время останавливать работу наземного транспорта для их разводки нереально.

Пониженный надводный габарит для прохода под нескими мостами были два типа судов смешанного река-море плавания:

– самоходные грунтоотвозные шаланды класса «М-ПР» пр. Р-32.3.2 типа «Невский» дедвейтом около 3400 т и габаритами 15,05 × 110,7 м (строились с 1989 г.);

– сухогрузы класса «R2-RSN» пр. 787 типа «Ладога-101» дедвейтом около 1664 т и габаритами 11,40 × 82,5 м (строились с 1988 г.).

Учитывая «нишевое» назначение первых и малую грузоподъемность вторых, на общий грузопоток и в целом на ситуацию с очередями у мостов эти суда влияния не оказали.

Традиционные сухогрузные суда смешанного и внутреннего плавания

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ СУДОВ «ВОЛГО-ДОН МАКС» КЛАССА С ПОНИЖЕННЫМ НАДВОДНЫМ ГАБАРИТОМ

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

[3], в том числе и самые востребованные – «Волго-Дон макс» класса, проектировались ранее и проектируются сейчас без возможности прохода под мостами в Санкт-Петербурге и в Ростове без разводки. При задании надводного габарита учитывалась только определяющие подмостные габариты в районе Городца и высота ЛЭП на ВДСК.

Анализ существующих мостов на основных ВВП европейской части России показал, что наиболее ограничивающими надводный габарит мостами

являются мосты на р. Нева (г. Санкт-Петербург), в также железнодорожный мост в Ростове-на-Дону.

Используя данные ГБУ «Волго-Балт» (табл. 1 и 2), можно сделать вывод, что до 2005 г. включительно количество судов и объем перевозимого ими груза в черте Петербурга из года в год увеличивались. В 2006 г. количество пропусков судов с нефтегрузами значительно уменьшилось в связи банкротством ведущего речного нефтеперевозчика – компании «Волготанкер». За

Таблица 1

Данные о пропуске флота через разводные пролеты мостов Санкт-Петербурга по месяцам навигации, количество судов

Месяц	Год							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Апрель	53 50	49 46	66 55	9 3	50 38	33 27	4	134
Май	831 778	948 848	1022 968	635 609	941 900	909 857	681	736
Июнь	1151 1069	1158 1021	1147 1062	1093 1043	1079 1018	1128 1077	902	967
Июль	1183 1099	1155 1056	1265 1176	1192 1103	1161 1111	1282 1217	777	921
Август	1110 1019	1092 1003	1050 952	1236 1163	1188 1134	1178 1109	827	823
Сентябрь	877 804	1029 939	1099 995	1086 1020	1131 1073	1098 1006	718	799
Октябрь	782 688	951 869	1106 1000	1108 1034	1023 975	1120 1050	644	818
Ноябрь	217 169	29 203	368 310	323 279	421 386	422 365	274	361
Декабрь							5	
Всего	6204	6621	7123	6682	6994	7160	4832	5529
В т.ч. с лоцманами	5676	5985	6518	6251	6635	6687	4832	5529

Примечание. В числителе – всего судов, в знаменателе – в том числе с лоцманами.
Источник: ГБУ «Волго-Балт»

Таблица 2

Данные о судопотоке и перевозках грузов по реке Нева в черте Санкт-Петербурга

Показатель	Год							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Прошло судов всего, ед.	6344 6389	6669 7645	7198 8321	6914 8190	7432 8828	7762 9428	5370 6748	5358 7004
в том числе танкеров и наливных барж	2122 2065	2571 2363	2896 2547	2522 2461	2345 2323	2640 2638	1238 1237	1631 1631
Перевезено грузов всего, тыс.т	8900 9012	9208 9491	9983 10199	8947 9221	9831 10022	9960 10376	6120 6711	6468 7189
в том числе нефтепродуктов	3637 3636	4488 4487	4999 4996	4606 4602	4740 4735	5269 5267	2681 2681	3661 3661

Примечания:
Числитель – в створе Благовещенского (бывш. моста Лейтенанта Шмидта); знаменатель – в створе Володарского моста.
Включены только сведения о судах и грузах, проходящих в разводку мостов. Суда и грузы, которые проходят мосты без разводки, не учтены.

Источник: ГБУ «Волго-Балт»

тем вмешался мировой кризис. Однако уже к 2011 г. грузопоток достиг параметров 2005 г.

Общее количество судов за навигацию до 2005 г. превышало 7000 ед., а в пиковые месяцы через Петербург проходило в среднем более 40 судов каждые сутки.

В 2011 г. перевозки по ВБВП превысили уровень 2005 г. (22 млн. т против 21,2 млн. т). Объем перевозок нефтепродуктов достиг показателей 2005 г. (5,523 млн. т против 5,510 млн. т) при практически неизменном грузопотоке черных металлов, леса и удобрений. Судопоток по ВБВП достиг в 2011 г. 23150 проходов (19710 в 2005 г.).

Порядок разводки мостов по р. Невы для пропуска флота регламентируется утвержденными приказом №36 от 20.02.2006 г. губернатора Санкт-Петербурга «Правилами пропуска судов при разводке Санкт-Петербургских мостов» [5].

В Правилах [5] указано, что разводка мостов происходит в соответствии с графиком, утверждаемым правительством города; определены границы навигационного периода; установлены ограничения по погодным и другим условиям, когда разводка мостов не производится; введено требование об обязательной лоцманской проводке судов государственными лоцманами; ответственность за организацию безопасной проводки судов через Санкт-Петербург возложена на ГБУ «Волго-Балт».

В августе 2002 г. сухогрузное судно «Каунас» столкнулось с опорой моста и затонуло, в навигацию 2005 г. произошло еще несколько случаев навала судов на опоры невских мостов. Поэтому в июне 2005 г. были предприняты дополнительные меры для повышения безопасности судоходства по р. Невы. Интервал между судами увеличен с 200 м (при следовании вверх) и 500 м (вниз) до 700 м (при следовании вверх) и 1000 м (вниз). До принятия указанных мер в одном направлении проходило до 25 судов в сутки, после – только 20 судов в сутки.

Количество дней, когда не все заявки судов на проход через мосты были удовлетворены и суда оставались ожидать следующей разводки, составило в 2001 г. – 67 дней, в 2002 г. – 97 дней, в 2003 г. – 79 дней, в 2004 г. – 69 дней; в 2005 г. (пиковом) – 118 дней. Количество судов, проведенных в разводку петербургских мостов в 2005 г., составило 7182 ед. В течение 69 дней пропускная способность мостов использовалась на 100%. На вторые сутки осталось 2868 ед. флота (в 16 раз больше, чем в 2004 г.). При увеличении числа судов следует ожидать значительного увеличения простоев флота.

По данным ГБУ «Волго-Балт», в навигацию 2005 г. потери судовладельцев по причине вынужденных простоев в ожидании прохода по Неве составили 10 599 тыс. тоннаже-сут. (2868 судов), что соответствовало на то время примерно 10 млн. долл. США (табл. 3).

Потери из-за задержки прохода судов по участку р. Невы в границах Петербурга

Показатель	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.
Потери судоходных компаний:				
тоннаже-суток	4 052 500	1 948 000	645 500	10 599 000
судов	1150 судов	528 судов	174 судна	2868 судов
млн. долл. США	4,1	1,9	0,6	10,6

Источник: ГБУ «Волго-Балт»

Грузовой флот, следующий по Волго-Балтийскому водному пути, проходит мосты Петербурга в период ночной разводки. Поэтому кроме простоев флота, вызванных недостаточной пропускной способностью собственно проводки в ограниченное время, следует учитывать ежедневные простои флота, связанные с ожиданием ночной разводки. Каждое судно, приходящее к мостам Петербурга как со стороны Ладоги, так и со стороны Финского залива, ожидает разводки мостов от 1 часа до 24 часов.

Выполнение правил проводки и ограниченное время разводки, а главное увеличение интенсивности движения флота все более выдвигало проблему пропуска судов через мосты в качестве первоочередной, при этом специалисты считали, что этот участок р. Невы превращается в «бутылочное горлышко»* ВБВП, причем, по мнению руководителя ГБУ «Волго-Балт» Владимира Николаева, выход был один – постройка судов с пониженным надводным габаритом.

Уже в 2002 г. компания «Волготанкер АМС» поставила задачу создать концепты нефтеналивных самоходного судна и барже-буксирного состава для работы на северо-западном направлении. Концепты, разработанные «Морским Инженерным Бюро» по заказу «Волготанкера», имели класс «М-ПР» и габаритную длину 150 м («Волго-Балт макс» класс). Однако в строительство проекты не пошли, причем не только из-за банкротства заказчика, но и из-за того, что в силу увеличенной длины такие суда существенно затрудняли шлюзование на ВБВП (в шлюзы, в отличие от «Волго-Донов» и «Волгонейфтей», помещались только они), и при этом концепты «Волго-Балт макс» класса не могут работать на южном направлении.

В 2006 г. ОАО «Волжское парокhodство» и «Морское Инженерное Бюро» приступили к разработке концепта су-

* Термин «бутылочное горлышко» используется зарубежными специалистами для характеристики участка водного пути, резко ограничивающего пропускную способность. Для мостов Санкт-Петербурга этот термин ввел проф. В.В. Ключев.

хогрузного судна, который должен был заменить «Волго-Доны» и «Волжские». В отличие от концептов «Волготанкера» это судно относилось к «Волго-Дон макс» классу (грузоподъемность в реке – около 5000 т), длина, ширина и надводный габарит которого позволяли бы

Таблица 3

эксплуатировать его по всей протяженности ВБВП от портов Финского залива до Керченского пролива без разводки мостов на Неве и Ростовского железнодорожного моста.

Предварительные оценки показали, что отсутствие необходимости ожидать разводку мостов приведет к экономии ходового времени до 20 сут. за навигацию.

Необходимо отметить, что городской участок Невы – один из наиболее затруднительных для судоходства участков из всех ВБВП России. Большая скорость течения, наличие свальных потоков, городские огни очень затрудняют маневрирование судов длиной до 140 м. При этом судно должно пройти в разводной пролет шириной менее 40 м достаточно быстро, чтобы не осложнять проход других судов, так как время разводки мостов сильно ограничено (табл. 4). Навал на устой моста недопустим, поскольку может привести к повреждению устоев, разводной части моста или к повреждению корпуса судна. На всем пути следования запрещена отдача якоря, так как это неизбежно повлечет за собой повреждение кабельных переходов, устилающих дно Невы.

Самым низким мостом в Санкт-Петербурге (табл. 5) относительно проектного уровня является Благовещенский мост (бывш. мост Лейтенанта Шмита). Размеры поперечного сечения корпуса нового судна выбирались, исходя из размеров судоходных пролетов (разводного и неразводного).

Характеристики разводного пролета в наведенном положении:

- ширина судового хода 17 м;
 - высота судового хода от расчетного уровня (PCY) 5,71 м;
 - высота судового хода от проектного уровня (ПУ) 6,00 м;
- неразводного пролета (взводный и спусковой):

- ширина судового хода 20 м;
- высота судового хода от PCY 5,31 м;
- высота судового хода от ПУ 5,60 м.

В соответствии с требованиями «Местных правил плавания по судоходным путям Северо-Западного бас-

Таблица 4
Время, отводимое на пропуск судов в разводные пролеты петербургских мостов, часы

Мост	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008-2010 гг.
Володарский	2,92	2,92	2,75	2,75
Финляндский	2,67	2,67	2,50	2,50
Александра Невского	2,58	2,57	2,58	2,58
Большеохтинский	2,83	2,83	2,75	2,75
Литейный	2,67	2,92	2,83	2,83
Троицкий	2,83	3,00	2,92	3,00
Дворцовый	2,70	2,75	3,25	3,25
Благовещенский (бывш. Лейтенанта Шмидта)	3,08	3,42	3,33	2,67
Биржевой	2,50	2,75	2,50	2,50
Тучков	1,75	1,92	1,75	1,75
Сампсониевский	1,33	1,33	1,17	1,17
Гренадерский	1,17	1,17	0,83	0,83
Кантемировский	1,17	1,17	0,83	0,83

Таблица 5
Размеры пролетов мостов, влияющие на выбор надводного габарита судна (ширина/высота)

Наименование моста	Отметка, м		Разводной пролет				Неразводной пролет			
			в наведенном положении		в разведенном положении		взводный		спусковой	
	проектного уровня	PCY	от проектного уровня	от PCY	от проектного уровня	от PCY	от проектного уровня	от PCY	от проектного уровня	от PCY
Благовещенский (Лейтенанта Шмидта)	-0,14	0,15	17 6,00	17 5,71	34 -	34 -	20 5,60	20 5,31	20 5,60	20 5,31
Дворцовый	-0,10	0,20	22 6,30	22 6,00	30 -	30 -	-	-	-	-
Троицкий (Кировский)	-0,05	0,30	-	-	32 -	32 -	30 6,30	30 5,95	30 7,90	30 7,55
Литейный	0	0,38	-	-	37 -	37 -	30 8,00	30 7,62	30 8,70	30 8,32
Большеохтинский (Петра Великого)	0	0,60	-	-	22 -	22 -	30 7,00	30 6,40	30 6,80	30 6,30
Александра Невского	0	0,70	-	-	36,5 -	36,5 -	30 11,10	30 10,40	30 11,10	30 10,40
Финляндский	0,12	0,73	-	-	36 51,00	36 50,39	71,4 10,50	71,4 9,89	71,4 10,50	71,4 9,89
Володарский	0,32	0,90	42 13,20	42 12,60	26 -	26 -	32,0 11,70	32,0 11,10	32,0 11,70	32,0 11,10
Кузьминский	2,50	5,20	40 15,70	40 13,00	40 40,80	40 38,10	95 15,20	95 12,50	125 15,20	125 12,50
Ладожский	2,85	6,80	50 18,40	50 14,45	40 -	40 -	112 18,50	112 14,55	112 18,50	112 14,55
Тучков	-0,10	0,40	17 6,30	17 5,80	35 -	35 -	20 4,50	20 4,00	20 4,50	20 4,00
Биржевой (Строителей)	-0,10	0,40	17 6,30	17 5,80	26,2 -	26,2 -	20 4,50	20 4,00	20 4,50	20 4,00

сейна» [4] запас по высоте под мостами должен быть не менее 30 см, при этом в случае невозможности прохода по своим неснижаемым высотным габаритам в спусковые (взводные) пролеты разрешается движение в наведенные разводные пролеты мостов.

Поскольку при переходе в балласте судно имеет больший надводный габарит, чем в грузу, в качестве ограничительной была принята высота разводного пролета Благовещенского моста, исходя из которой, максимально возможная высота судна над ватерлинией в балласте составила $5,71 - 0,3 = 5,41$ м (фактически у пр. RSD44 – 5,38 м).

По данным ГБУ «Волго-Балт», были построены графики фактического и

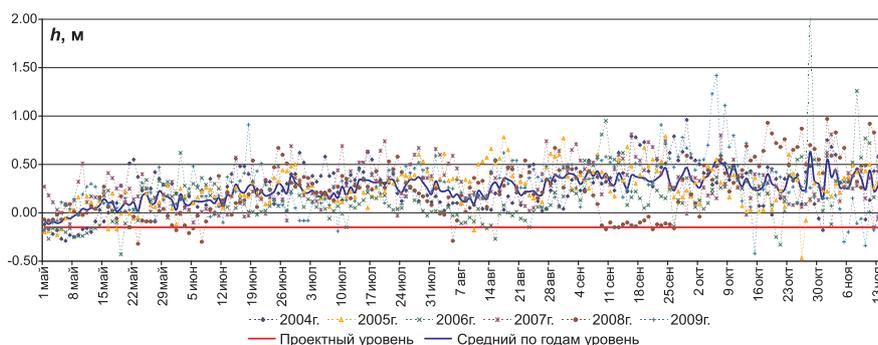


Рис. 1. Фактические отклонения уровня воды от проектного уровня на Неве в период с мая по ноябрь за 2004–2009 гг.

усредненного отклонения уровня воды на Неве от проектного уровня в период с мая по ноябрь за 2004–2009 гг. (рис. 1, 2). Среднее отклонение в районе Благовещенского моста от ПУ за обозначенный период составило 0,40 м, от PCY – 0,25 м (фактический уровень воды в Неве в этом районе на 25 см выше расчетного).

Расчетная схема прохождения судна в балласте в разводной пролет Благовещенского моста при PCY представлена на рис. 3.

В результате сопоставлений ограничений по допускаемой осадке, длине, ширине и надводному габариту был разработан пр. RSD44 судна с пониженным надводным габаритом.

Архитектурно-конструктивный тип судов проекта RSD44 – стальной, двухтрюмный, двухвинтовой теплоход, с носовым расположением рулевой рубки, с кормовым расположением жилой рубки и машинного отделения, с двойным дном и двойными бортами в районе грузовых трюмов, с наклонным форштевнем и транцевой кормовой оконечностью, с люковыми закрытиями типа «piggy back» (рис. 4).

По заказу «Морского Инженерного Бюро», специалистами СПбГМТУ было выполнено «теоретическое исследование возможности прохода судном проекта RSD44 Благовещенского моста без его разводки». Оно подтвердило возможность прохождения судна под Благовещенским мостом во всех эксплуатационных случаях загрузки, за исключением прохождения судна по течению под воздействием кормового ветра под углом $120^\circ \leq \gamma \leq 130^\circ$ со скоростью более 10 м/с.

Для снятия теоретических ограничений на прохождения судна под Благовещенским мостом было предложено провести натурные маневренные испытания судна и при воздействии указанных ветров. Программа и условия дополнительных маневренных испытаний были согласованы с ГБУ «Волго-Балт».

По согласованию с ГБУ «Волго-Балт», 22 июня 2011 г. был осуществлен экспериментальный проход головного сухогруза пр. RSD44 «Капитан Рузманкин» под нескими мостами без их разводки (рис. 5). Судно показало отлич-

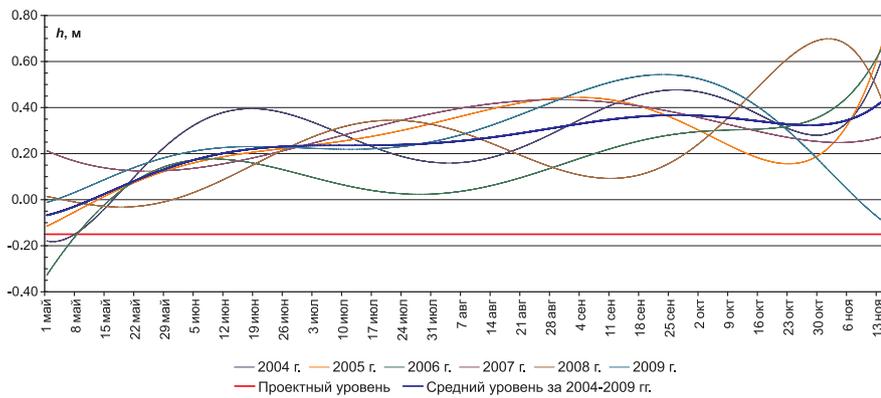


Рис. 2. Усредненные отклонения уровня воды от проектного уровня на Неве в период с мая по ноябрь за 2004–2009 гг.

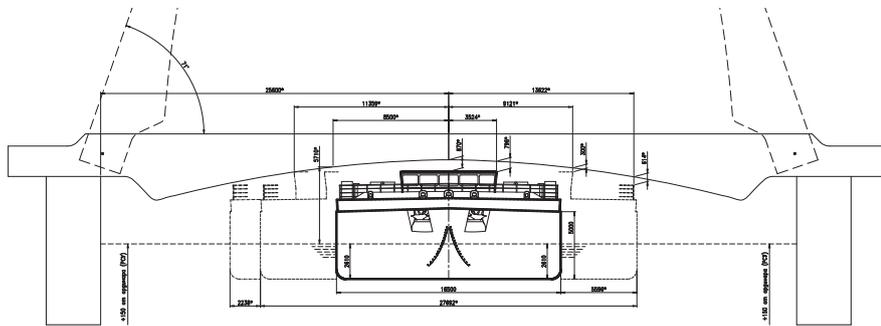


Рис. 3. Схема определения размеров поперечного сечения судна в зависимости от габаритов пролета моста

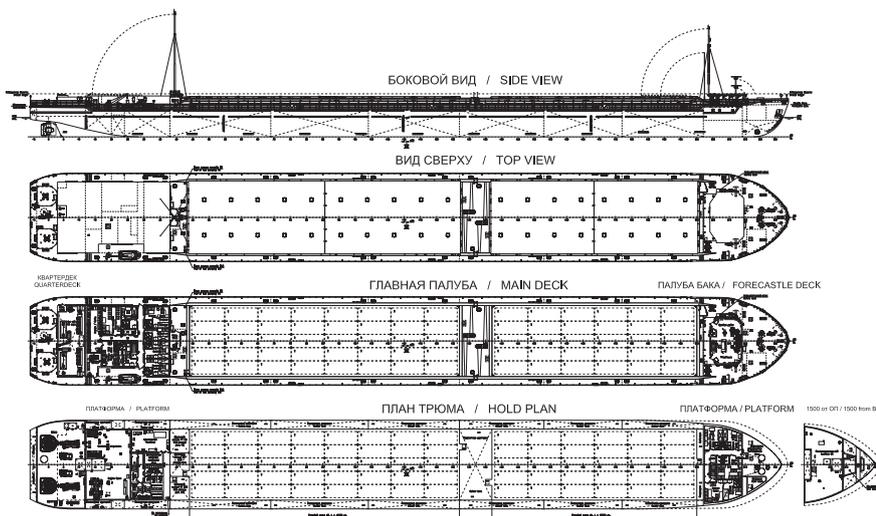


Рис. 4. Общее расположение судна пр. RSD44



Рис. 5. «Капитан Рузманкин» проходит под Благовещенским мостом в Санкт-Петербурге

ные маневренные качества и высокую устойчивость на курсе при прохождении под пролетами мостов, имея на борту около 5000 т удобрений.

Сравнение существующих судов с пониженным надводным габаритом.

Сравнение технико-экономических характеристик существующих грузовых судов с пониженным надводным габаритом, построенных в прошлом веке, и нового поколения приведено в табл. 6. Бокковые виды судов с пониженным надводным габаритом представлены на рис. 6.

Суда типа «Невский» – это самоходные грунтоотвозные шаланды, изначально предназначенные для работы в Северо-Западном регионе (Финский залив – Ладожское озеро) для перевозки песчано-гравийной смеси. В настоящее время суда оборудованы для перевозки генеральных грузов, контейнеров, леса и т.д. [6]. Рассмотренная в табл. 6 модификация судов типа «Невский» пр. Р-32.3.2 характеризуется пониженным надводным габаритом (для возможности прохода под Невскими мостами) и расположенной в носу подъемной ходовой рубкой (идентично с пр. Р-32К).

Суда типа «Ладога» – небольшие многоцелевые сухогрузные суда река-море плавания. В табл. 6 была рассмотрена модификация судов типа «Ладога» пр. 787 с пониженным надводным габаритом и с подъемной ходовой рубкой в носу.

Изначальное назначение судов типа «Невский» (перевозка песка, щебня без люковых закрытий) накладывает ряд ограничений на номенклатуру перевозимых грузов, кроме того, их размерения не позволяют «выбирать» полностью габариты ВВП европейской части России, таким образом, эти суда являются экономически менее привлекательными по сравнению с судами пр. RSD44. Суда пр. 787 типа «Ладога» являются более универсальными техническими средствами для перевозки грузов ВВП, однако из-за небольших размеров экономической эффективность этих перевозок значительно меньше.

Анализ возрастной структуры существующих отечественных судов с пониженным надводным габаритом показывает, что средний возраст таких судов приближается к расчетному сроку эксплуатации (24 года). Последнее такое судно «Невский-40» пр. Р-32К (до появления пр. RSD44) было построено в 1994 г.

В целом выполненный анализ показал, что суда с пониженным надводным габаритом проектировались и строились без полного использования габаритов ВВП европейской части России в отличие от пр. RSD44.

Таким образом, суда пр. RSD44 представляют собой уникальный инженерный комплекс, сочетающий оптималь-

Сравнение основных характеристик сухогрузных судов с пониженным надводным габаритом

Характеристика	Пр. RSD44 «Герои Сталинграда»	Пр. Р-32.3.2 «Невский»	Пр. 787 «Ладога»
Класс судна	✠ М-ПР 2,5 (лед 20) А	✠ М-ПР 2,5 (лед 30)	КМ ⚙ L3 R2-RSN AUT1
Длина наибольшая, м	139,97	110,70	82,50
Длина между перпендикулярами L, м	138,90	108,60	80,00
Ширина габаритная, м	16,80	15,05	11,40
Ширина B, м	16,50	14,80	11,28
Высота борта D, м	5,00	4,30	5,83
Осадка в реке, м	3,60	3,30	3,60
Высота габаритная от ОП до верха несъемных частей, м	8,00	7,90	9,70
Кубический модуль, LBD	11757	7164	5483
Валовая вместимость, GT	4076	2250	1853
Объем грузовых трюмов (по нижнюю кромку люковых закрытий), м ³	7086	1900	3047
Количество грузовых трюмов	2	1 грузовой бункер	1
Контейнеровместимость всего / в трюмах, TEU	140 / 140	-	60 / 39
Количество, мощность (кВт) и тип главных двигателей	2x1200 Wartsila 6L20	2x566 6NVD 48A-2U	2x440 6VDS 26/20 AL-1
Скорость при осадке по ЛГВЛ, узл при % от МДМ	12,0 (85%)	10,0 (100%)	10,3 (100%)
Двигательно-рулевой комплекс	2 ВРК SCHOTTEL SRP 1012FP	2 ВФШ + 2 бал. руля	2 ВФШ + 2 бал. Руля
Мощность вспомогательных ДГ, кВт	2x184	3x50	2x110, 1x60
Мощность аварийного ДГ, кВт	1x62	1x50	1x60
Мощность подруливающего устройства, кВт	120	55	75
Автономность, сут.	10	10	по пресной воде 10 по топливу 25
Экипаж/кол-во мест	8 / 16	10 / 14	14 / 16
Вес судна порожнем, т	1863	1068	1165
В реке (осадка указана выше, м)			
Дедвейт, т	5530	3427	1664
Коэффициент использования водоизмещения по дедвейту	0,748	0,760	0,588
Энергозатраты на единицу транспортной производительности, мощность/(дедвейт x скорость), кВт/т*хуз	0,0307	0,0330	0,0513

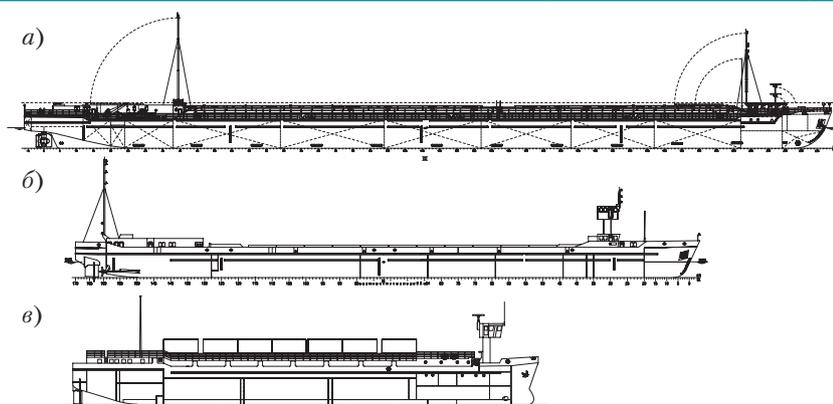


Рис. 6. Боковые виды сухогрузов с пониженным надводным габаритом а) – «устьевой» сухогруз района «М-ПР» смешанного река-море плавания «Волго-Дон макс» класса с пониженным надводным габаритом пр. RSD44 типа «Герои Сталинграда»; б) – самоходная грунтоотвозная шаланда района «М-ПР» смешанного река-море плавания с пониженным надводным габаритом пр. Р-32.3.2 типа «Невский»; в) – сухогруз района «R2-RSN» смешанного река-море плавания с пониженным надводным габаритом пр. 787 типа «Ладога»

ные для ВВП габариты с современным оборудованием и навигационной техникой, имеющий значительные преимущества по сравнению с существующими аналогами.

Они способны проходить под мостами на всем протяжении ВВП европейской части России от Керченского пролива до Финского залива. Кроме того, это судно показало значительно лучшие технико-экономические показатели в реке не только среди судов с понижен-

ным габаритом, но и среди традиционных судов («Волго-Доны», «Волжские»).

По этой причине, пр. RSD44 всецело можно считать следующим поколением «Волго-Донов» (массовое списание которых в силу морального и физического устаревания – средний возраст приближается к 24 годам – грядет в ближайшие 10 лет), которые способны будут не только решить проблему простоя перед мостами, но еще и увеличить грузооборот на ВВП за счет по-

вышенных технико-экономических характеристик.

Всего было заказано 10 судов серии на Окской судовой верфи (г. Навашино). За 2011 г. было сдано заказчику (ОАО «СК Волжское пароходство») восемь судов типа «Герои Сталинграда». Спущенные в 2011 г. еще два судна сданы в апреле 2012 г. В настоящее время ведутся переговоры о продолжении строительства серии судов пр. RSD44, при этом предполагается внесение ряда изменений в проект с учетом опыта первой навигации судов.

ЛИТЕРАТУРА

- Егоров Г.В. Проектирование судов ограниченных районов плавания на основании теории риска. – СПб.: Судостроение, 2007. – 384 с.
- Егоров Г.В., Ильницкий И.А. Определение главных размерений судов ограниченных районов плавания на основе анализа путевых условий // Вестник ОНМУ. – Одесса: ОНМУ, 2007. – Вып. 22. – С. 20–39.
- Егоров Г.В. «Линейка» многоцелевых сухогрузных судов Морского инженерного бюро // Морская Биржа. – 2005. – № 4 (14). – С. 16–20.
- Особенности движения и стоянки судов по судходным путям Северо-Западного бассейна. Минтранс РФ. – М.: РосКонсульт, 2006. – 21 с.
- Правила пропуска судов при разводке Санкт-Петербургских мостов. Утверждены приказом №36 от 20.02.2006 г. губернатора Санкт-Петербурга.
- URL: <http://riverfleet.ru/fleet/> (дата обращения 04.04.12). ■

В 1968 г. начались ходовые испытания немецкого атомного сухогруза «Отто Ган» («Otto Hahn»), на котором впервые в истории ядерной энергетики был использован ядерный моноблочный (интегральный) паропроизводящий агрегат (ППА). С тех пор разговоры о преимуществах ядерных моноблочных ППА не стихают.

Сейчас ужесточение требований к безопасности реакторов привело к разработке концепции конструктивной безопасности, краеугольным камнем которой стали моноблочные ППА. Суть этой концепции – поместить весь первый контур в один прочный корпус. Однако полностью реализовать концепцию конструктивной безопасности при наличии электрических циркуляционных насосов первого контура не представляется возможным.

В СПбГМТУ был разработан ядерный моноблочный ППА, в котором циркуляция теплоносителя первого контура осуществляется пароводяными струйными аппаратами (СА) [1]. Такой ППА получил название «Бета».

Ядерный моноблочный ППА типа «Бета» – это двухконтурная ядерная паропроизводящая установка, поэтому на следует при штатной работе уровень радиационной безопасности, характерный для двухконтурных установок. Специально разработанные для использования в моноблоке пароводяные СА имеют высокий коэффициент инжекции и достаточный срывной напор. СА располагаются внутри прочного корпуса моноблока, поэтому в ППА типа «Бета» полностью реализована концепция конструктивной безопасности.

Для физического моделирования основных теплофизических и гидродинамических процессов, протекающих в установках типа «Бета», на Приморской учебно-научной базе СПбГМТУ был создан полунатурный стенд «Бета-К» [2]. Он схематично представлен на рис. 1.

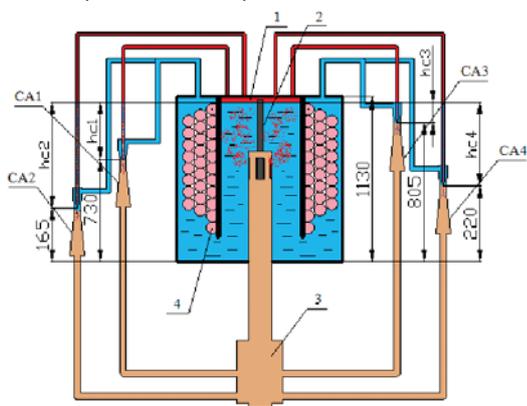


Рис. 1. Схема полунатурного стенда «Бета-К»
1 – паровое пространство; 2 – уровнемер; 3 – нагреватель; 4 – трубная система парогенератора; CA1, CA2, CA3, CA4 – струйные аппараты

На этом стенде был выполнен большой комплекс экспериментальных исследований, наиболее важными из которых являются исследования статических характеристик контура и запуска СА.

Цель исследований статических характеристик заключалась в определении зависимостей коэффициентов инжекции ii , расходов смеси на выходе из СА $G_{см}$, температуры воды на входе в СА $T_{в}$ и температуры смеси на выходе из СА $T_{см}$

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ПОЛУНАТУРНОМ СТЕНДЕ СУДОВОГО ЯДЕРНОГО МОНОБЛОЧНОГО ПАРПРОИЗВОДЯЩЕГО АГРЕГАТА «БЕТА-К» НА ПРИМОРСКОЙ УЧЕБНО-НАУЧНОЙ БАЗЕ СПБГМТУ

Н.П. Шаманов, д-р техн. наук, проф.,
В.В. Кожемякин, канд. техн. наук, доцент,
Д.Н. Шаманов, инж., зав. сектором,
В.Б. Соломянский, канд. техн. наук, зав. сектором,
А.Г. Андреев, вед. инженер,
А.И. Коршунов, студент, СПбГМТУ,
контакт. тел. +7 921 925 0475

от значений мощности установки при постоянном давлении в первом контуре P_1 .

На рис. 2 в качестве примера приведен журнал эксперимента, записанный системой автоматизированного сбора и обработки информации.

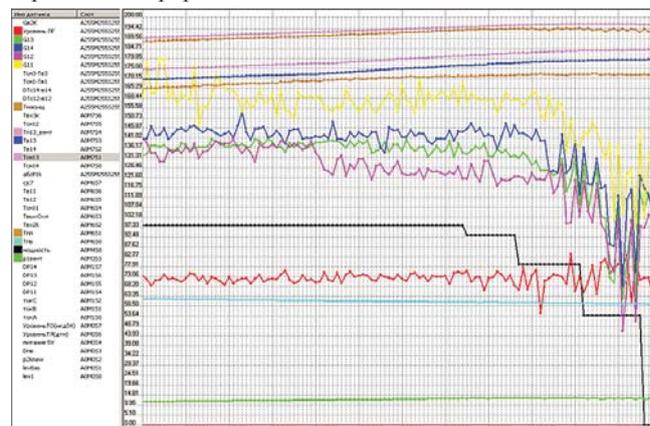


Рис. 2. Журнал эксперимента, записанный системой автоматизированного сбора и обработки информации (исследование статических характеристик контура при давлении 1,2 МПа)

На основании полученных экспериментальных данных были построены статические характеристики агрегата «Бета-К» при давлении 1,2 МПа (рис. 3, 4).

Как видно из рис. 4, температура воды на входе в СА неодинаковая. Это связано с различной длиной трубопровода от парогенератора до СА и, соответственно, с различной утечкой тепла из этих трубопроводов.

Большое внимание в экспериментах было уделено исследованию запуска СА. На рис. 5 приведена характерная запись журнала эксперимента системой сбора и обработки информации.

На основании полученных экспериментальных данных построены графики запусков СА (рис. 6–9) и проанализированы величины, соответствующие процессам запуска СА.

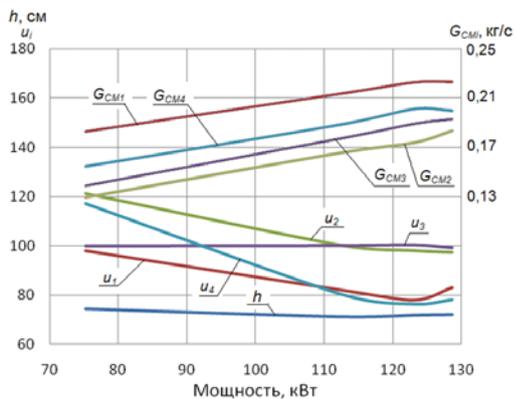


Рис. 3. Статические характеристики агрегата «Бета-К» при давлении 1,2 МПа. Аппроксимирующие зависимости, построенные на основе данных из журнала эксперимента

u_i – коэффициенты инжекции, $G_{смi}$ – расходы смеси на выходе из СА, кг/с, h – высота уровня, см. Индекс соответствует номеру СА на рис. 1

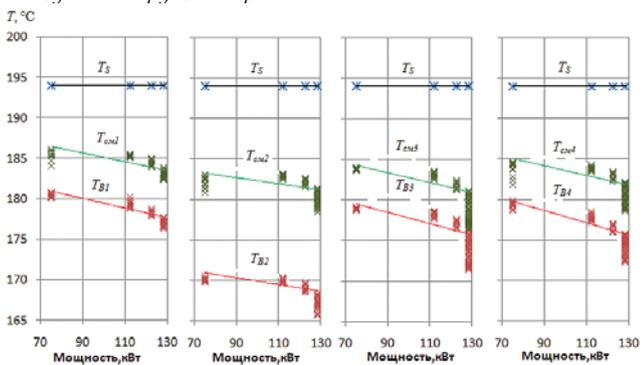


Рис. 4. Статические характеристики агрегата «Бета-К» при давлении 1,2 МПа. Экспериментальные точки и соответствующие аппроксимирующие зависимости (сплошные линии)

$T_{вi}$ – температура воды на входе в СА, °C, $T_{смi}$ – температуры смеси на выходе из СА, °C, T_s – температура насыщения, °C. Индекс соответствует номеру СА на рис. 1



Рис. 5. Совместный запуск СА (первый этап, первый цикл)



Рис. 6. Совместный запуск СА (первый этап, первый цикл)

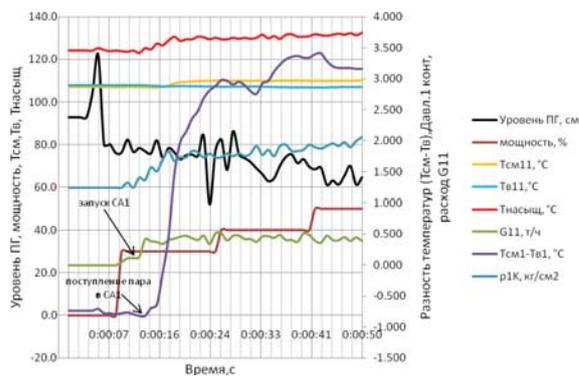


Рис. 7. Изменение разности температур $T_{см} - T_{в}$ (первый цикл)

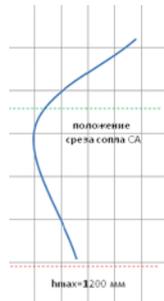


Рис. 8. Совместный запуск СА (первый этап, второй цикл)

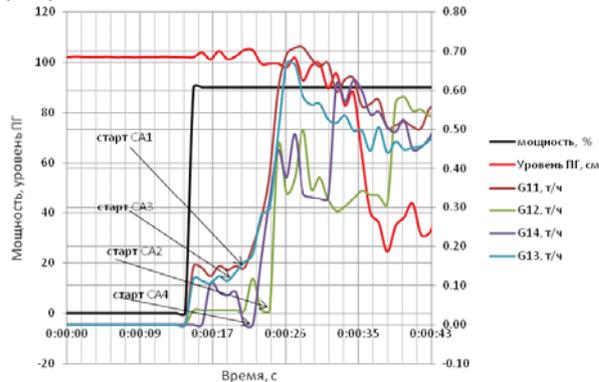


Рис. 9. Изменение разности температур $T_{см} - T_{в}$ (второй цикл)

По проведенным экспериментальным исследованиям совместного запуска СА можно сделать следующие выводы.

Геометрическое расположение СА влияет на порядок совместного запуска. Расположенные ниже СА запускаются позже, причем х напорная характеристика влияют на запуск смежных, уже работающих СА. Данное влияние выражается в наличии колебательного переходного процесса разности температур ($T_{см} - T_{в}$) и расхода теплоносителя через работающий СА.

СА, находящиеся в «невыгодном» геометрическом расположении, запускаются с меньшим расходом естественной циркуляции благодаря кольцевым перемычкам, объединяющим камеры смешения. При этом, несмотря на наличие данной обвязки, сохраняется геометрический приоритет запуска от «высоких» СА к более «низким».

На втором этапе испытаний проведено четыре цикла запуска СА1 с изменением уровня в компенсаторе объема. Пример записи журналов эксперимента системой сбора и обработки информации приведен на рис. 10. Идеология эксперимента состояла в следующем: начинался подъем подведенной мощности. Расход теплоносителя через СА1 (G_{11}) равен нулю, так как паровое сопло расположено под уровнем воды. Уровень воды в компенсаторе объема максимально высокий – около 112 см. Подведенная мощность инициирует процесс естественной циркуляции через СА1, рост дав-

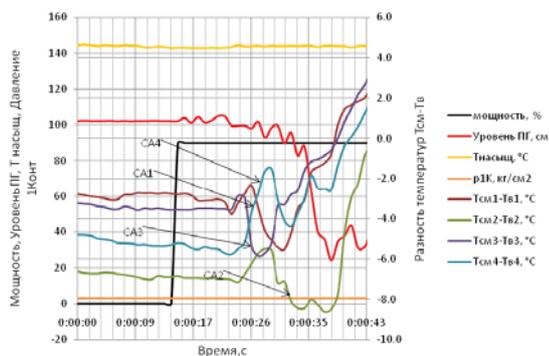


Рис. 10. Цикл выполнения второго этапа исследования влияния уровня в компенсаторе объема на запуск СА1

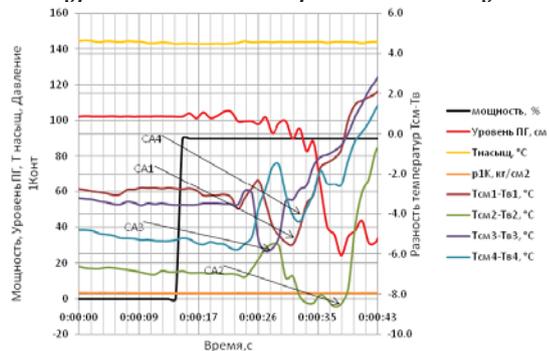


Рис. 11. Процесс запуска СА1 на первом цикле испытаний

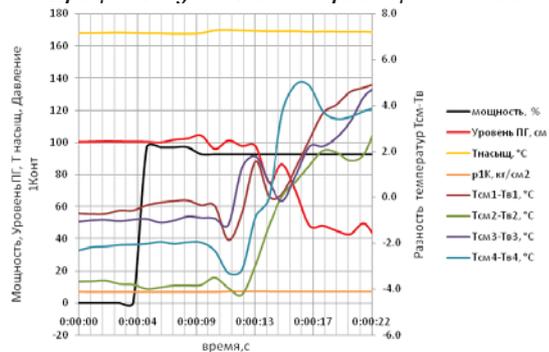


Рис. 12. Процесс запуска СА1 на втором цикле испытаний

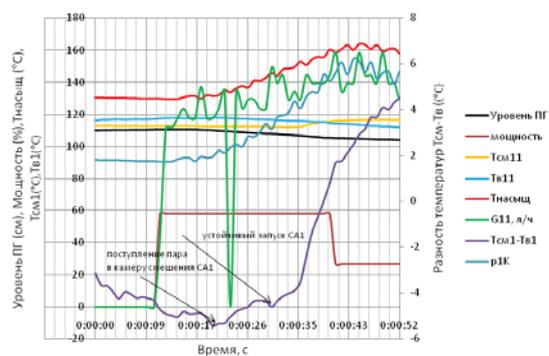


Рис. 13. График процессов третьего цикла испытаний

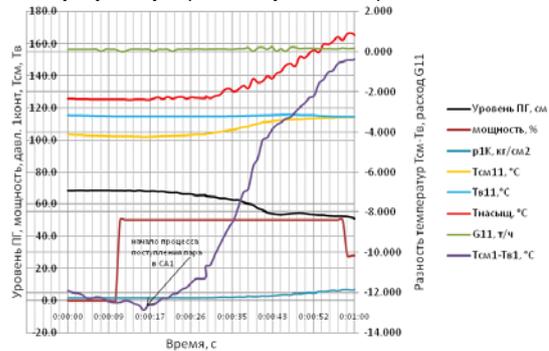


Рис. 14. График процессов четвертого цикла испытаний

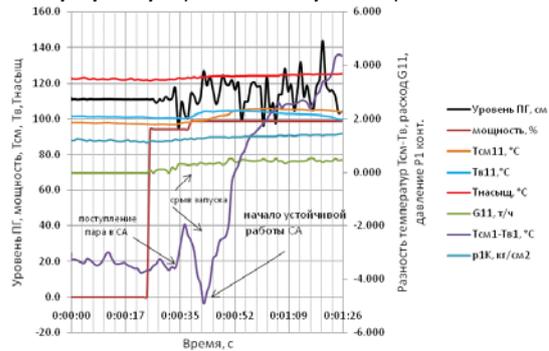


Рис. 15. График экспериментальной зависимости пускового расхода естественной циркуляции от уровня в компенсаторе объема

ления в парогенераторе и изменение уровня в компенсаторе объема. При мощности 56 % расход естественной циркуляции достигал значения, необходимого для преодоления нивелирного перепада на паровом сопле, после чего происходил запуск СА1 (рис. 11, 12). Это отображается увеличением расхода теплоносителя G_{11} , а также увеличением роста перепада температур ($T_{см} - T_{в}$). Для предотвращения дальнейшего процесса разогрева, связанного с «разгоном» СА1, и влияния его характеристики на изменение уровня в компенсаторе объема подводимая мощность уменьшалась до ~26 %, а разогрев компенсировался увеличением расхода воды в парогенераторе через второй контур. Цикл заканчивается процессом расхолаживания, для приведения установки в первоначальное состояние и сбросом части теплоносителя из первого контура (рис. 13, 14).

Данные, соответствующие пусковому расходу естественной циркуляции, и характерные показатели уровня в компенсаторе объема приведены на рис. 15.

По результатам проведенных испытаний можно сделать следующие выводы.

1. Для предотвращения процесса запаривания СА и срыва циркуляции необходимо, чтобы уровень в компенсаторе объема был выше уровня среза парового сопла. В противном случае поступающий в СА пар может конденсироваться вне цилиндрической части камеры смешения (оптимальной зоны), вплоть до напорного трубопровода. Образующаяся при раз-

рыве циркуляции паровая «пробка» в подающем или напорном трубопроводе теплоносителя может привести к прекращению поступления пара в камеру смешения СА, которое выражается в прекращении расхода через СА.

2. Чем выше уровень воды над срезом парового сопла, тем более высокий расход естественной циркуляции необходим для запуска СА. Чрезмерно высокий нивелирный уровень может привести к невозможности запуска СА (если подаваемая мощность недостаточна для организации необходимого расхода естественной циркуляции).

3. Струйный аппарат, запустившийся при нормальном нивелирном перепаде, способен работать при «провале» уровня в компенсаторе объема ниже уровня среза сопла. Однако при срыве циркуляции теплоносителя, например при маневрировании мощностью или отбором пара второго контура, запуск данного аппарата будет затруднен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаманов Н.П., Кожемякин В.В., Алексеев И.М., Шкляров Н.В. Ядерный моноблочный паропроизводящий агрегат с кипящей активной зоной, паровым компенсатором объема и струйными средствами циркуляции // Морской вестник. – 2010. – № 2 (34). – С. 53–55.
2. Шаманов Н.П., Кожемякин В.В., Шаманов Д.Н., Соломянский В.Б., Алексеев И.М. Полунатурный стенд на Приморской учебно-научной базе СПбГМТУ для экспериментальных исследований судового ядерного моноблочного паропроизводящего агрегата «Бета» // Морской вестник. – 2011. – № 2 (38). – С. 47–48. ■

Работы по внедрению на кораблях концепции бесперебойного электропитания [1], в основу которой положено объединение всех ресурсов основных и резервных источников корабельной системы электропитания с ресурсами аварийных источников аккумуляторной поддержки [2], привели к широкому использованию необслуживаемых аккумуляторов, встроенных в аппаратуру корабельных систем бесперебойного электропитания (СБЭП). В современных СБЭП из необслуживаемых аккумуляторов комплектуют батареи (АБ), которые обычно размещают в аккумуляторных отсеках корабельных агрегатов бесперебойного электропитания (АБП).

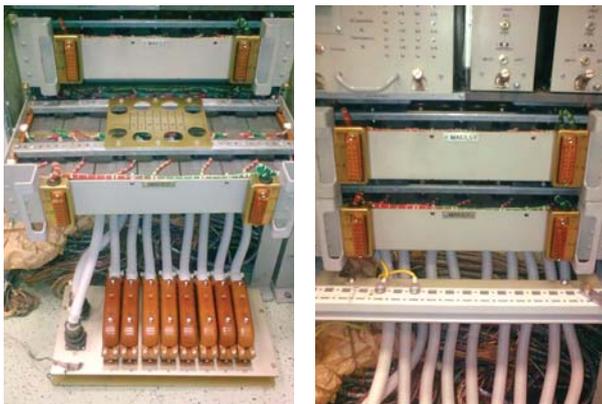


Рис. 1. Аккумуляторный отсек АБП со свинцовыми герметизированными АБ: *вверху слева – отсек выдвинут из АБП; справа – в штатном положении; внизу – вынут из АБП (вид сверху)*

В работе [2] аварийная аккумуляторная поддержка, организованная в АБП, рассмотрена как отдельный ресурс энергоснабжения, позволяющий обеспечить бесперебойность электропитания корабельной нагрузки, осуществлен синтез алгоритмической модели бесперебойности с опорой на этот ресурс. Практика показала, что использование АБ, встроенных в корабельные АБП, позволяет эффективно решить все вопросы, связанные с обеспечением непрерывности электропитания потребителей при перерывах в электроснабжении от первичных корабельных сетей, однако в эксплуатационном плане такое использование АБ вызывает много новых вопросов, требующих оперативного разрешения.

АККУМУЛЯТОРНАЯ ПОДДЕРЖКА В КОРАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

*А.Ю. Губанов, специалист ОАО «Системы управления и приборы»,
Ю.А. Губанов, д-р техн. наук, проф.,
начальник отдела ОАО «Концерн «НПО «Аврора»,
контакт. тел. +7 921 425 9368*

ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АБ: КАКИЕ АБ НАМ НУЖНЫ?

В первых модификациях АБП для комплексования АБ нами использовались никель-кадмиевые аккумуляторы отечественного производства. Недостатки никель-кадмиевых АБ хорошо известны специалистам. Из низковольтных аккумуляторов набирают АБ с повышенным напряжением и емкостью, при этом требуется особо точный подбор (выравнивание параметров) аккумуляторов. Этот подбор лучше всего выполнять непосредственно на базе предприятия-изготовителя аккумуляторов из широкого спектра готовых образцов или еще на стадии изготовления. При эксплуатации никель-кадмиевых АБ всегда остро стоит проблема, связанная с присущим им «эффектом памяти», что требует значительного усложнения технологии проведения заряда-разряда АБ [3]. Для этого типа АБ технически не решен вопрос организации их заряда при повышенных температурах рабочей среды (возникновение таких температур нередко при использовании корабля в тропической зоне). Нарушение технологии использования никель-кадмиевых АБ может привести к их разгерметизации и выбросу веществ, опасных для человека.



Рис. 2. Аккумуляторный отсек АБП с никель-кадмиевыми АБ

В настоящий момент повсеместно используемые в АБП свинцовые гелиевые герметизированные АБ (набираемые, например, из широко известных специалистам аккумуляторов Sonnenschein EXIDE Technologist Industrial Energy) по технологии соответствуют общим мировым тенденциям использования АБ в аналогичных изделиях. Тем не менее их применение никак не снимает проблему «выравнивания» и проблему заряда-разряда при повышенных температурах рабочей среды.

Перспективным считается использование АБ, создаваемых по литий-ионной технологии, что не только позволяет существенно улучшить массогабаритные характеристики АБП за счет высокой удельной емкости этих АБ, но и отчасти снять проблему эксплуатации в широком диапазоне температур: от -40 до $+50$ °С.

В нашей стране линия серийного производства литий-ионных аккумуляторов вводится на предприятии «АК Ри-

гель». Для ряда исполнений этим предприятием оформлены ТУ на поставку под условия применения на кораблях, причем это ТУ не на аккумуляторы, а на АБ, что снимает часть отмеченных выше проблем и делает эти изделия привлекательными для использования. Недостатками литий-ионных АБ являются повышенные требования к соблюдению технологии их обслуживания, в частности, к организации режима заряда-разряда и контроля их состояния; сложности в организации быстрой отдачи ими мощности (этот недостаток должен быть устранен за счет создания электронных схем управления разрядом АБ), а также высокая цена. По-видимому, прежде всего из-за высокой цены литий-ионные АБ до настоящего времени не нашли широкого применения в АБП, предлагаемых для общепромышленного и морского применения.

Вопрос применения литий-ионных АБ остается актуальным, необходимо уже сейчас начать работы по разработке АБП с такими АБ. И эти работы следует вести совместно с разработчиком АБ.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АБ: КОГДА ПОСТАВЛЯТЬ АБ И КТО ДОЛЖЕН ИХ ЗАМЕНЯТЬ?

Аккумуляторы – совершенно уникальные компоненты приборов силовой электроники, абсолютно непохожие, например, на электрорадиоэлементы и другие комплектующие изделия (КИ). Практика использования АБ, например, в составе АБП комплексных систем управления (КСУ) корабельными техническими средствами (ТС) показывает, что АБ представляют собой не КИ, а, скорее, «расходные материалы», сроки замены которых определяются как интенсивностью и правильностью использования АБ, так и процессом их «старения». Представление о съемном аккумуляторном отсеке АБП как о модуле (конечном единичном элементе замены), в случае утраты работоспособности которого восстановление возможно заменой на аналогичный модуль из состава ЗИП, приводит нас к абсурдной ситуации. Характеристики такого модуля, хранящегося в ЗИП, на практике могут оказаться хуже, чем у модуля, постоянно находящегося в работе в АБП, например, если личный состав в процессе эксплуатации (как это предписано) периодически не проводил работы по технологически правильному заряду и разряду модулей ЗИП.

Еще хуже обстоит дело, когда такие модули укладывают в базовый ЗИП или ЗИП длительной эксплуатации: к моменту их использования установленные в них АБ наверняка погибнут, что приведет только к необоснованным затратам труда, времени и материальных средств, связанных с их заказом, приобретением и переустановкой.

Подобные обстоятельства характерны не только для формирования ЗИП. Во многих случаях АБП в составе КСУ ТС опережающе отгружаются на завод-строитель, они хранятся в течение длительного периода на складе, где условия для проведения их разряда и заряда отсутствуют. При этом не исключено, что после установки АБП на заказ может возникнуть необходимость замены всех аккумуляторов.

Напрашивается единственный вывод: АБП следует поставлять без аккумуляторов, которые должны приобретаться как расходные материалы и устанавливаться эксплуатирующими организациями. Хороший пример здесь – транзисторные радиоприемники и другая радиоаппаратура: продажа их осуществляется без батарей (батареек), хотя без них эта аппаратура либо вообще не работает, либо работает не во всех режимах. Покупатель может приобрести батарейки не-

посредственно при покупке такой аппаратуры или в любой другой момент, когда они ему понадобятся, и установить их самостоятельно.

В нашем случае при поставке АБП без АБ (например, в плановые сроки поставки КСУ ТС) поставщик АБП мог бы осуществлять допоставку и установку АБ (расходных материалов) непосредственно к моменту подачи питания и подключения АБП на корабле. Далее при эксплуатации восполнение и замену расходных материалов осуществляли бы эксплуатирующие организации флота.

ПЕРСПЕКТИВЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АБ

Можно было бы сказать, что переводу АБ в разряд расходных материалов мешает нежелание эксплуатирующих организаций флота самостоятельно заниматься восполнением выработавших свой ресурс АБ. Однако дело не только в этом.

Отметим, что сегодня переводу АБ в расходные материалы мешает прежде всего то, что они поставляются в составе отсека (модуля), восстановление которого возможно только в условиях предприятия-изготовителя, что сразу же формально переводит АБ в один ряд с транзистором, резистором и другими КИ.

Получается, что батарейные отсеки АБП должны быть конструктивно переделаны, а схемы управления и контроля АБ в АБП должны допускать возможность замены АБ на строящемся корабле или в базе флота. Однако этому препятствует сложность, связанная с отмеченной выше необходимостью собирать АБ из отдельных покупных аккумуляторов. Выполнить это в условиях заказа или даже базы флота действительно не так уж просто. Необходимо иметь доступную для приобретения собранную АБ как законченное изделие со своими ТУ на поставку. В этом смысле создание литий-ионных батарей также открывает определенные перспективы решения технических и эксплуатационных вопросов использования встроенных аккумуляторов в корабельных АБП.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поставщикам корабельных АБП, бюро-проектантам кораблей и эксплуатирующим организациям флота необходимо принять решение о переводе встроенных АБП аккумуляторов в разряд расходных материалов, что сулит значительные материальные выгоды вследствие снижения необоснованных расходов на замену АБ с истекшими сроками хранения.

Встраиваемые АБ должны иметь ТУ на поставку.

Применение АБ новых поколений, создаваемых на основе современных технологий – одно из наиболее актуальных. В связи с этим, несомненно, актуальным является и использование в аппаратуре литий-ионных АБ.

Следует уже сейчас начать разработку АБП с литий-ионными АБ. Успех этих работ возможен только при их проведении совместно с разработчиком АБ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Губанов Ю.А.*, Интеграционные процессы в системах централизованного электропитания бортовых электронных комплексов // *Электроника*. – 2010. – №2. – С. 6–7.
2. *Губанов А.Ю., Губанов Ю.А.* Бесперебойное электропитание: теория и практика // *Морской вестник*. – 2011. – №2(38). – С. 53–56
3. *Бабкин В.А., Губанов Ю.А., Тумасянц Р.А.* Аварийная поддержка электроснабжения корабельных систем управления. – Системы управления и обработки информации: Научн.-техн. сб. / ФНИЦ «НПО «Аврора». – СПб., 2006. – Вып. 11. – С. 18–33. ■

В настоящее время одной из актуальных проблем эксплуатации электроэнергетических систем (ЭЭС) напряжением 6,3 (10,5) кВ на судах и кораблях с электродвижением, перспективность применения которых доказана мировым опытом, является обеспечение безаварийной работы основного оборудования этих систем, в том числе и главных распределительных щитов (ГРЩ), разработку которых ведет в том числе и ОАО «Новая ЭРА».

Особенности режимов работы высоковольтного электрооборудования в зависимости от назначения морского объекта: платформа или судно. Следует отметить, что использование на морских объектах напряжением от 6 до 15 кВ принято и согласовано Российским Морским Регистром судоходства (РМРС).

В ЭЭС, работающих под напряжением от 6 до 15 кВ, для защиты фидеров используются средства релейной защиты и автоматики (РЗаА). Датчиками информации для этих средств служат измерительные трансформаторы и датчики тока и напряжения, устанавливаемые в контролируемых силовых цепях. Основными измеряемыми параметрами являются фазные токи и напряжения, которые используются в микропроцессорных устройствах (МП) РЗаА для сравнения с уставками основных и резервных защит, а также для вычисления дополнительных контролируемых параметров: мощности, амплитуд составляющих векторов тока, их направленности и пр., характеризующих дополнительные защиты.

На малоподвижных морских объектах, таких как стационарные и плавучие буровые и добычные платформы, высокое напряжение в ЭЭС позволяет использовать в технологических комплексах агрегаты с большой единичной мощностью. Все устанавливаемое электрооборудование обладает стойкостью к крену, качке и вибрации, тем не менее оборудование высокого напряжения эксплуатируется только при стационарной установке объекта на точке в море. Перед пуском ЭЭС обслуживающий персонал выполняет комплекс обязательных проверок высоковольтного электрооборудования с пробными включениями. Далее при работе основное оборудование ЭЭС непрерывно находится под напряжением, и состояние его параметров контролируется штатными средствами РЗаА.

Надежность применения высокого напряжения в ЭЭС подвижного морского объекта и является главной темой настоящей статьи.

Основное электрооборудование системы электродвижения исполь-

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЕМ 6 (10) кВ В СУДОВЫХ ЕДИНЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

*М.П. Тихомиров, главный специалист,
А.А. Неелов, начальник сектора,
С.С. Стародед, начальник отдела, ОАО «Новая ЭРА»,
контакт. тел. (812) 7405053*

зуется на ходовых режимах и, следовательно, находится под напряжением циклически. Длительность непрерывной эксплуатации определяется длительностью рейса, и при выходе в следующий рейс ускоренную проверку готовности электрооборудования необходимо выполнять автоматическими средствами ввиду малочисленности команды и ограниченного времени.

Таким образом, ставится задача обнаружения отклонений характеристик электрооборудования, которые не приводят к срабатыванию защит при включении, но могут проявиться при эксплуатации во время рейса.

Все требования Правил РМРС в части электрооборудования высокого напряжения направлены на обеспечение безопасности при эксплуатации, а в период стоянок при снятом напряжении рекомендуется применять средства контроля активного сопротивления изоляции, подобно способу контроля низковольтных сетей, что для сетей напряжением 6 (10) кВ недостаточно. Следует отметить, что при эксплуатации в электрооборудовании и кабелях таких сетей под воздействием переменного электрического поля в толще изоляции образуются малые заряды, иначе называемые частичными разрядами, и происходит их компенсация. Кроме этого, намного сильнее проявляется общая емкость и индуктивность сети, что приводит к протеканию токов перезаряда между фазами и по цепям «фаза–корпус». Все это происходит при поданном напряжении и в случае развития локального пробоя может привести к быстрому нарастанию токов и отклю-

чению фидера электрооборудования средствами РЗаА.

Необходимые проверки для выявления развивающихся дефектов можно проводить на стоянках с помощью переносного измерительного комплекта, но иметь лабораторию и специально обученный персонал на каждом судне, конечно же, нецелесообразно.

Использование средств защиты для оценки состояния высоковольтного электрооборудования и средств диагностики для контроля состояния оборудования. Основные измеряемые электрические параметры и выполненные на их основе защиты определены Правилами РМРС и обеспечиваются по току при превышении им мгновенного или интегрального допустимого значения.

При этом защита должна быть выполнена таким образом, чтобы ее срабатывание не оказывало отрицательного влияния на надежность работы судовой электростанции и обеспечении питания ответственных устройств.

Для генераторов, предназначенных для параллельной работы на сборные шины ГРЩ, обязательна установка хотя бы следующих устройств защиты:

- от перегрузок;
- от короткого замыкания;
- от обратного тока или от обратной мощности;
- от минимального напряжения.

В настоящее время применяются устройства защиты генераторов от перегрузок, выдающие световую и звуковую сигнализацию, которая действует с выдержкой времени до 15 мин. для нагрузок от 100 до 110 % номинального тока, и выключение генераторов с вы-

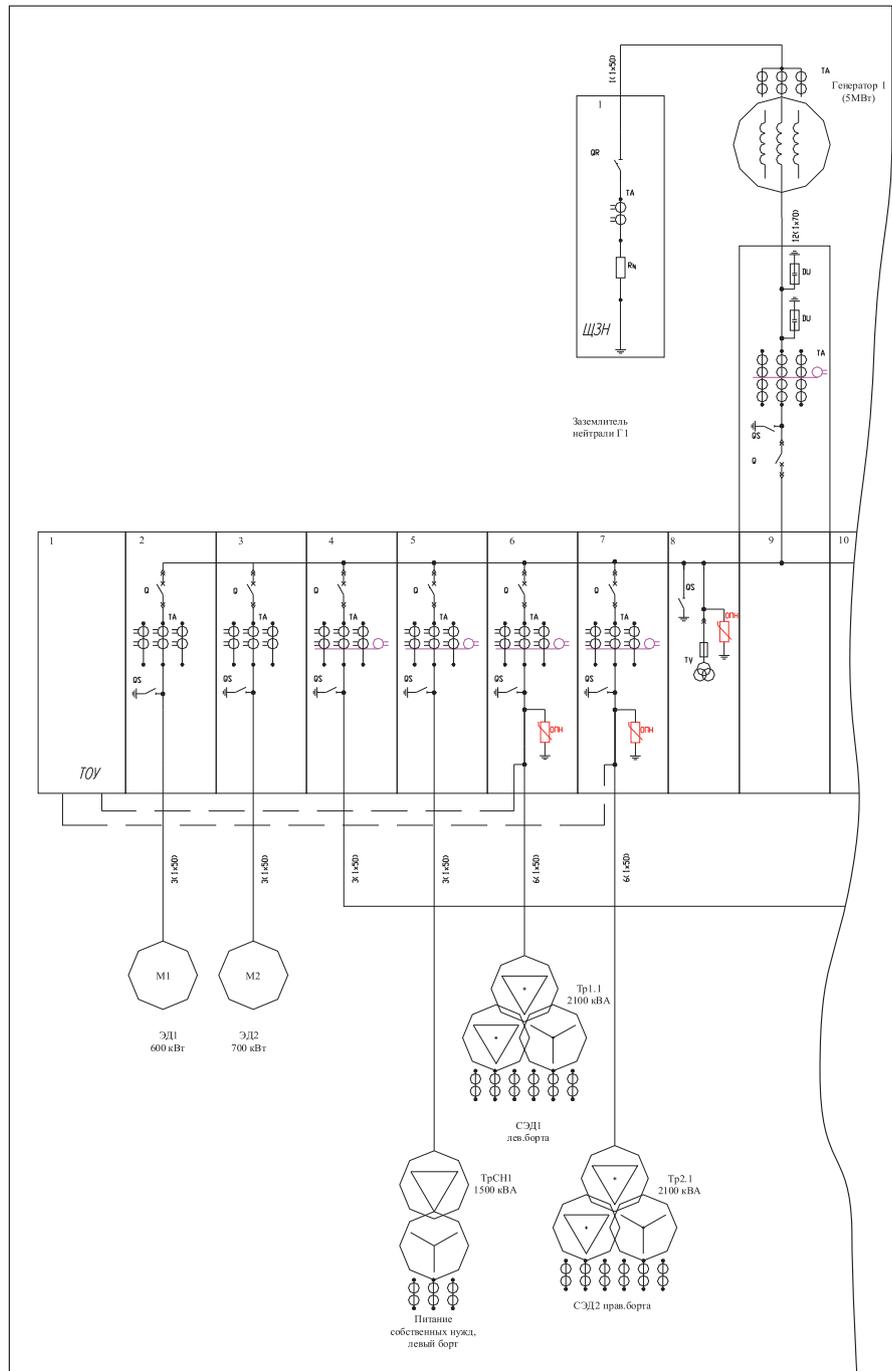
держкой времени, соответствующей термической постоянной времени защищаемого генератора для нагрузок в пределах от 110 до 150 % номинального тока. Уставки защиты на 150 % номинального тока генератора обеспечивают выдержку не более 2 мин. Перегрузка свыше 150 % номинального тока генератора может быть допущена тогда, когда требуется обеспечение хода и маневрирования объекта.

Уставки защиты от перегрузки и выдержки времени подбирают по перегрузочным характеристикам приводного двигателя генератора. При перегрузке генераторов предусматривается автоматическое и избирательное отключение неответственных устройств. При этом не допускается автоматическое отключение ответственных устройств первой категории, к которым относятся средства электродвижения, но допускается автоматическое отключение отдельных ответственных устройств второй категории при условии, что при восстановлении нормального электроснабжения после перегрузки будет сохранена работоспособность устройств, обеспечивающих безопасность судна.

Классификация значений контролируемых параметров, диапазоны параметров при эксплуатации. На основании измеренных токов и напряжений всех фаз в разных точках сети и вычисленных по ним дополнительным параметрам вычислительными средствами РЗА могут определяться не только предельно допустимые отклонения, но и меньшие значения, показывающие динамику процесса. Однако эти параметры не позволяют однозначно определить остаточный срок службы изоляции, пробой которой может стать причиной отключения агрегата, и механических элементов машин, износ которых может стать причиной поломки и остановки агрегата. При этом важно отметить, что для прогнозирования эксплуатационных характеристик электрооборудования нужны дополнительные средства.

Важным является комплексная оценка работоспособности электрооборудования и прямое или косвенное определение ее составляющих. Предлагаемая схема оценки состояния элементов ЭЭС, подключенных к фидеру ГРЩ, по значениям контролируемых параметров представлена в табл. 1.

Прежде всего необходимо прогнозировать состояние изоляции системы электродвижения напряжением 6 – 15 кВ как потребителей первой категории, обеспечивающих работоспособность винторулевого комплекса, т.е. определяющие безопасность судна в море.

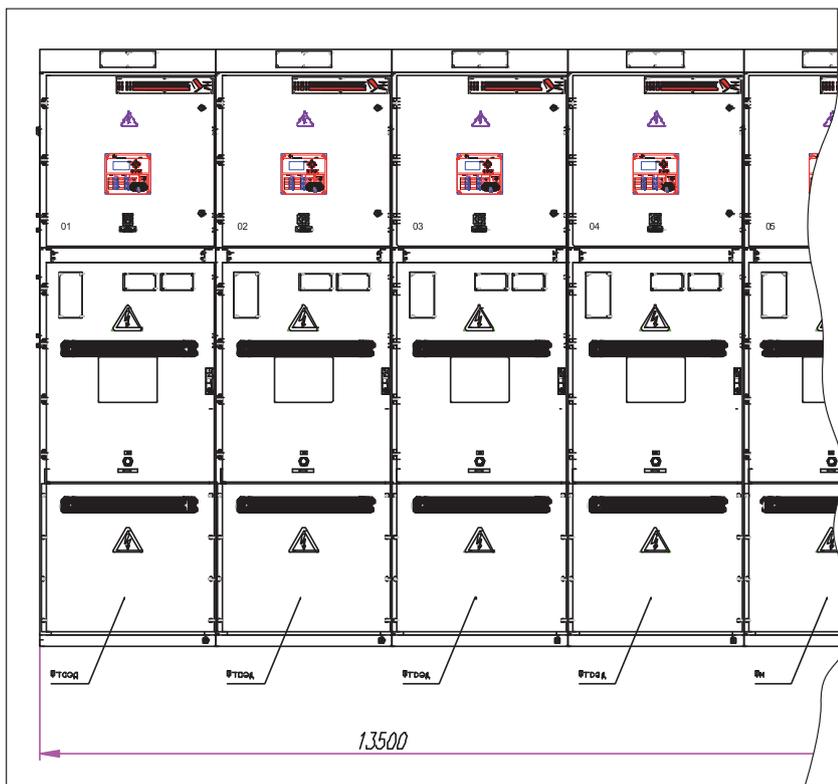


Фрагмент структурной схемы ЭЭС напряжением 6,3 кВ в составе единой ЭЭС судна-спасателя

Таблица 1

Оценка состояния элементов ЭЭС

Состояние контролируемых параметров	Нормальные параметры	Параметры	
		в предаварийном состоянии (развивающийся дефект)	при аварийном состоянии
Ограничения по длительности эксплуатации	Эксплуатация допустима неограниченно долго	Эксплуатация допустима долго, но требуется обслуживание для возврата к нормальным параметрам	Эксплуатация прекращается при срабатывании защит
Рекомендации по обслуживанию	Обслуживание не требуется, рейс может быть продолжен	Если обслуживание силами команды не возможно, то целесообразно зайти в порт для обслуживания	Если в структуре ЭЭС нет резервирования, то рейс должен быть прерван



Фрагмент общего вида ГРЩ судна-спасателя, формируемого из ячеек К316 НЭ

Способы контроля параметров и диагностики под рабочим напряжением и без напряжения. В сети ЭЭС судна в эксплуатационных режимах под напряжением при частоте процессов 50 Гц требуемые значения электрических параметров определяются со скоростью и точностью вычислительных средств РЗиА. Относительно редкие явления (перенапряжения, токи перегрузки и т.п.), не приводящие к срабатыванию защит, но влияющие на работоспособность электрооборудования в совокупности за большой эксплуатационный период, могут накапливаться в РЗиА или контроллере управления ГРЩ в ЭЭС.

При этом характеризующие деградацию изоляции процессы с диапазоном частот от единиц до сотен МГц для устройств РЗиА являются помехами и в вычислительных процессах не участвуют. Для контроля указанных процессов требуется применения совершенно другого оборудования и вычислительных средств с соответствующими скоростями обработки сигналов. Способы контроля таких параметров и достоверность их обработки усложняется низкими уровнями полезного сигнала на фоне широкополосных и мощных эксплуатационных шумов, сопровождающих работу электрооборудования судовой ЭЭС. Отстройка от шума должна выполняться аппаратными и вычислительными средствами с применением специальных скорост-

ных алгоритмов обработки. В частности, это относится к контролю частичных разрядов в фидерах и электрооборудовании системы электродвижения.

В то же время явления старения изоляции в неработающем электрооборудовании имеют другой механизм и не могут быть измерены этими же средствами. При отключении поля исчезают токи перезаряда фаз, отсутствуют частичные разряды в изоляции, а именно они и могут привести к опасным последствиям. Можно только ориентироваться на полученные при эксплуатации измерения, выполненные перед остановом оборудования, и изменение интенсивности частичных разрядов при опробовании электрооборудования под напряжением после простоя.

В связи с этим средства диагностической оценки должны контролировать ЭЭС в течение всего периода работы и давать прогноз в периоды простоя.

Важность расширения контролируемых параметров высоковольтного электрооборудования и необходимость использования различных схемных и аппаратных средств в соответствии с состоянием электрооборудования и классификацией диапазона параметров. Повышение эксплуатационной безопасности использования ЭЭС и судовой сети напряжением 6 (10) кВ в целом возможно за счет применения приборов непрерывного и

периодического контроля параметров и устройств РЗиА в ГРЩ. Для анализа и своевременного обнаружения предаварийного состояния в структуре ГРЩ должно быть предусмотрено использование:

а) в РЗиА дополнительных уставок с предварительным оповещением об отклонении параметра за расчетные рабочие значения, но допустимые в течение ограниченного времени (выводится на сигнализацию без отключения питания потребителей);

б) схемы включения обмоток главных источников электроэнергии сетей с заземлением нейтрали через резистор (по предварительной уставке тока утечки - сигнализация, по предельной - срабатывание защиты по суммарному току замыканий в сети на корпус судна);

в) вычислительных возможностей РЗиА для расчета по известным механическим, тепловым и электрическим моделям значений параметров, не поддающихся прямому измерению;

г) дополнительных средств, не участвующих в работе защит, но позволяющих определить электрические характеристики изоляции силовых цепей (изоляция шин, кабелей и электроустройств агрегатов – генераторов, трансформаторов, двигателей) как под рабочим напряжением, так и без напряжения;

д) информации от дополнительных средств, работающих на неэлектрических принципах, для оценки обобщенных механических характеристик вращающихся машин (генераторов, двигателей) при эксплуатации.

В связи с расширением области применения электроэнергии напряжением 6 (10) кВ в единых ЭЭС судов с системами электродвижения перед российскими судостроителями ставится ряд новых задач, одна из наиболее ответственных при этом - непрерывный контроль параметров функционирующих сетей напряжением 6 (10) кВ и частотой 50 Гц методами неразрушающего контроля и выдача заключения о фактическом состоянии, работоспособности и остаточном ресурсе в период плавания.

Основным способом, позволяющим определить фактическое состояние изоляции сетей и подключенного к ним электрооборудования, является измерение частичных разрядов и их правильная интерпретация.

Таким образом, применение средств диагностики позволит перейти к ремонтам по фактическому состоянию электрооборудования и кабельных сетей. ■

Современную оборонную промышленность РФ и особенно судостроение характеризуют многономенклатурность и мелкосерийность производства. Фактически такая ситуация приводит к малорентабельности крупных производственных комплексов и поиску путей развития десятков предприятий, имеющих огромную историю, но сталкивающихся с новыми и новыми проблемами, в том числе в условиях модернизации производств (закупки нового оборудования, внедрения новых технологий и т.п.). ОАО «Армалит-1» – не исключение.

Производство мелкосерийных и одиночных партий изделий связано с чрезмерными издержками на этапе разработки технологического маршрута изготовления и, в конечном итоге, делает продукцию предприятия неконкурентоспособной по цене и срокам производства. В данной статье рассмотрим основные пути выхода из сложившейся ситуации.

Основным способом, позволяющим уменьшить потери от мелкосерийности, является групповой подход к обработке, который начал применяться несколько десятков лет назад. Суть метода состоит в том, что разные детали объединяются в группы по конструктивным признакам, а оснастку, тело ЧПУ-программы и технологический процесс составляют для группы однотипных деталей. Соответственно изготавливается настраиваемая по отличительным признакам детали оснастка, в ЧПУ-программах корректируется только обработка отличительных элементов, также разрабатывается и технологический процесс. Так примерно определялся способ групповой технологии 20–25 лет назад.

В настоящее время благодаря повсеместному применению 3D-моделей и развитию компьютерных технологий есть возможность шагнуть на следующий уровень групповой технологии. Внедрение предлагаемого принципа очень трудозатратно и ресурсоемко, однако на выходе мы можем получить весьма привлекательный экономический эффект.

Если вздуматься, то все детали состоят из некоторого количества повторяющихся элементов, таких как отверстия, резьбы, канавки, чистовые поверхности и т.д. Все однотипные элементы, как правило, имеют одинаковый алгоритм обработки. Если формализовать все эти алгоритмы, занести их в базу, а также разработать дополнительные алгоритмы последовательности выполнения операций над элементами, то в итоге мы получим продукт, благодаря которому тех-

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА СУДОВОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ МЕХАНООБРАБАТЫВАЮЩЕГО УЧАСТКА ОАО «АРМАЛИТ-1»

*М.С. Смаковский, зам. гл. инженера ОАО «Армалит-1»,
контакт. тел. (812) 252 2282*

нологические процессы будут разрабатываться автоматически, вплоть до написания управляющей программы на станок.

Теперь рассмотрим эту идею подробнее. Так же, как и раньше, детали объединяют в группы, базируясь на их конструктиве. 3D-модель полностью разрабатывается только для одного представителя, а модели остальных деталей получают параметризацией или добавлением элементов, исходя из групповых признаков. Имея 3D-модели деталей, можно применять специальные программы распознавания геометрии детали, а именно, при автоматическом распознавании определяются геометрические свойства элементов поверхностной или твердотельной модели, например, простые и ступенчатые отверстия с резьбой или без резьбы, открытые или закрытые карманы. При этом автоматически генерируются параметры, которые необходимы для программирования и выбора инструмента. Для отверстий, например, это допуски, шероховатость, соосность и т.п. Для каждого подобного элемента пишется мини-технологический процесс, определяются привязка к оборудованию, необходимый инструмент, машинное время его изготовления, а также ЧПУ-программа для его изготовления. Каждой детали на основании технологического процесса ее изготовления присваивается технологический код. В этом коде учитываются почти все значительные характеристики детали: способ формообразования, размеры, материал, точность, шероховатость обрабатываемых поверхностей, геометрические особенности и многое другое. Все эти

параметры являются фильтрами в отборе параметров для группы элементов 3D-модели.

Также технологический код необходим для проектирования групповой оснастки, т.е. приспособлений, способных крепить к станку не одну деталь, а целую группу. Обычно групповая оснастка проектируется на базе универсально-сборных приспособлений с добавлением специальных элементов, которые выбирают, исходя из характеристик группы. Основываясь на технологическом коде, составляются стандартные алгоритмы последовательности технологических операций для однотипных деталей. Например, для отверстия – это центровка, сверление. Если в технологическом коде есть указание на высокую точность или требования к шероховатости, то автоматически добавляется расточка или развертка и т.д.

Вся эта информация хранится в специальных базах, откуда при анализе 3D-модели извлекается автоматически. Фактически, используя данную систему, технологу остается просто контролировать технологический процесс. Сложные элементы детали, такие как ступенчатые чистовые отверстия, можно описывать целым набором мини-техпроцессов, объединенных в макросы. Впоследствии благодаря такому подходу можно узко специализировать определенный тип оборудования под определенные макросы, тем самым существенно уменьшив время подготовки станка, упростив подбор инструмента и ускорив работу оператора.

Благодаря строгой привязке каждого макроса к определенному типу



Линия обрабатывающих центров с ЧПУ и двухпаллетной системой. Механосборочное производство ОАО «Армалит-1»

оборудования, а также осуществленному в ИТРП точному планированию производства на стадии разработки технической документации уже можно будет определить реальные сроки изготовления изделия. Более того, если взять, например, план на следующий квартал, разложить все изделия по макросам, затем сгруппировать их по типу оборудования, умножить на трудоемкость каждого из них и сравнить со средней трудоемкостью станка, можно оценить загрузку оборудования. Иными словами, мы будем знать за три месяца, какой станок у нас будет простаивать, а какой перегружен.

На основании этих данных предприятие может корректировать свою работу по привлечению новых заказов. Например, если служба продаж за два-три месяца получит информацию, что производству необходима загрузка токарных станков, она сможет за этот временной лаг найти необходимый заказ, заключить все требуемые договора, а служба закупок успеет обеспечить станок заготовками. В идеале при точной работе системы завод сможет обеспечить трехсменный бесперебойный режим работы каждой единицы оборудования, что позволит серьезно увеличить прибыль.

Эту модель можно использовать для эффективного проведения планово-предупредительных ремонтов оборудования без отрыва станка от

работы, и, соответственно, не неся финансовых потерь, существенно облегчить процесс подборки нового оборудования.

Метод групповой технологии на основе 3D-моделирования позволяет решить еще одну проблему современных производств – снижения времени запуска партии деталей, особенно новых, опытных изделий. Очевидно, что быстрое освоение того или иного изделия, начинается с разработки этого изделия. К сожалению, современным конструкторам приходится разрабатывать документацию, основываясь на морально устаревших нормативах, что приводит к невозможности применения современных технологий в полном объеме. Самый простой пример: на большинстве чертежей оставляется технологический конус во внутреннем отверстии под сверло, однако современные сверла, в большинстве случаев делаются с плоским торцом. Или другой пример: традиционно выполняемая вручную или на универсальных станках локально около каждого отверстия обратная подрезка фланцев может быть заменена круговой подрезкой фланца на ЧПУ. Казалось бы, мелочи, но у заказчиков часто это вызывает вопросы. И формально они правы – деталь не соответствует чертежу. Заводу приходится, борясь за технологичность изделия, бесконечно согласовывать все эти нюансы и терять столь ценное время.

Эту проблему может серьезно облегчить электронный обмен документацией (3D-моделями) между проектантом и изготовителем. Помимо ускорения процесса освоения новых изделий такой подход существенно снизит вероятность появления технологических «ляпов», на модели всегда легче объяснить конструктору технологию (например, используя средства визуализации САМ-систем), сделать процесс прозрачным и удобным для всех участников.

После согласования всех нюансов с проектантом (заказчиком) на подготовительном этапе встает вопрос освоения детали на производстве без останки уже освоенных изделий. Тут сильно поможет, во-первых, групповая технология, описанная выше, а во-вторых – специальное современное оборудование типа многопаллетных станков или гибких автоматизированных линий.

Плюсы многопаллетных станков очевидны. Компоновка оборудования позволяет настраивать одну деталь в момент обработки другой при условии наличия системы с количеством паллет более двух или же гибких систем автоматизированного производства. Последние используются для автоматизации работы центров механической обработки с транспортировкой материалов между ними на паллетах. В состав этих систем входят станции загрузки, место хранения паллет, как

пустых, так и с налаженными деталями, и комплексные обрабатывающие станки. Система осуществляет оборот паллет внутри системы автоматически благодаря чему становится возможной заблаговременная загрузка нескольких паллет при минимальном времени настройки. Основой большинства подобных систем является современное управляющее программное обеспечение, которое может планировать технологический процесс, основываясь на данных производственных заказов, выполнять автоматический подбор и загрузку в нужное оборудование ЧПУ-программы и руководить полностью автоматизированным производством. Наиболее сложные системы включают в себя автоматические склады паллет с заготовками, а также автоматический подбор паллет по типоразмеру, управляя, таким образом, эффективной загрузкой оборудования без переналадки инструмента. Также гибкие автоматизированные системы могут управлять центральным хранилищем металлорежущего инструмента и содержать данные о том, на каких деталях он применяется, какой конкретно инструмент налажен на станке, информацию о его стойкости и, соответственно, потребное количество инструмента на партию деталей. Оператор может задавать и изменять последовательность работ и сохранять их в виде рабочей программы, рассчитанной на определенное время, тем самым позволяя строить «реальные» рабочие планы, создавать производственные заказы, ведь производство будет планироваться в соответствии с конкретной датой в производственном заказе и с наличием заготовки и крепежной оснастки, указанной в программе. Все это позволяет работать системам в автоматическом режиме, например, в ночное время или по выходным, а в будни привлекать минимальное количество рабочей силы, что приведет к снижению себестоимости изделия.

Большинство современных предприятий вынуждено использовать в своей работе импортные расходные материалы (инструмент, ГСМ, иногда даже металлы) за неимением качественных отечественных аналогов. В связи с этим возникает вопрос о сокращении сроков поставки необходимой продукции. Обычно минимальный срок поставки, например, инструмента (при отсутствии его на складе в России) составляет две недели. Здесь опять нам придут на помощь вышеописанные современнейшие технологические возможности.

Чтобы уменьшить время простоя оборудования из-за отсутствия инструмента, необходимо заказывать его превентивно. Чтобы эффективно управлять этим процессом на основе эмпирических данных, создают таблицы средней стойкости инструмента в зависимости от вида обработки и материала детали, что позволяет, зная план производства, эффективно закупать инструмент за месяц до его реальной потребности. Разумеется, на предприятии также должен быть сформирован некий стратегический запас и для срочных, непредвиденных работ. Примерно также обстоят дела и с другими «расходниками».

Возвращаясь к модернизации производства и замене оборудования, не будем забывать, что современные технологии позволяют объединить разнотипные операции в одной, экономя тем самым время и деньги. Так, есть возможность осуществлять наплавку прямо на токарном станке с последующей механообработкой. Реализовано это следующим образом: в револьверную головку станка устанавливается устройство, представляющее собой комбинированную с лазером катушку с проволокой из наплавляемого материала, конец проволоки подводится к месту наплавки, и лазер нагревает до температуры плавления проволоку в точке соприкосновения с деталью. В комбинации с вращением токарного шпинделя, зажимающего деталь, получается удобный и эффективный инструмент для наплавки поверхностей вращения. Весь процесс можно описать ЧПУ-программой. Похоже реализован и процесс напыления. Подобные меры могут привести к отказу предприятия от специализированных по виду обработки участков, что также приведет к существенному снижению накладных расходов.

Отдельно хотел бы поговорить о формообразовании сложных заготовок. Мое мнение, что везде, где это возможно технологически, стоит предпочитать поковки и штамповки литью. Развитие технологий привело к существенному увеличению скорости обработки материалов резанием, и машинное время серьезно сократилось. Соответственно сократилась и стоимость обработки. Также повсеместно внедряется четырех- и пятикоординатная обработка, что позволяет получать криволинейные поверхности, недоступные ранее. Литейные детали нередко имеют литейные дефекты, исправление которых, как правило, в современной ситуации дороже, чем

дополнительная мехобработка поковок на станках, тем более, что по стоимости, механическим и физическим характеристикам заготовки, получаемые обработкой давлением, намного превосходят литейные аналоги.

Применение групповой технологии и гибких автоматизированных систем позволяют решить еще одну очень важную проблему. Я имею в виду проблемы с инженерными кадрами на предприятиях. Существует острая необходимость повсеместно в отрасли повышать квалификацию существующих инженерных, особенно конструкторских, кадров с учетом новейших тенденций в механической обработке, да и не только в ней.

Вообще из-за демографического провала 90-х гг. и общего снижения в общественном мнении престижности технических специальностей на рынке труда практически нет высококвалифицированных специалистов по доступной для завода «стоимости». Это приводит к серьезному дефициту кадров, как инженерных, так и рабочих специальностей. Многие необходимые профессии вообще вымерли. К примеру, наше предприятие уже более года не может найти готового специалиста по проектированию крепежной оснастки, и похожие проблемы есть у всех. Заводам приходится растить свой собственный персонал, начиная буквально от выпускников школ или студентов младших курсов. Зачастую обученный заводом специалист, отработав заранее оговоренный контрактный срок, ищет возможность перейти на более высокооплачиваемую должность на другое предприятие (и легко находит ее), а самый простой способ увеличивать зарплаты сотрудникам без повышения фонда оплаты труда – это сокращать количество сотрудников, чего как раз и позволяют достичь предложенные меры.

Кроме развития групповой технологии стоит задуматься о более узкой специализации предприятий. Сейчас на большинстве заводов имеется полный цикл изготовления деталей, начиная от заготовки и заканчивая гальваникой. Парк оборудования, как правило, сильно изношен и требует замены, однако на модернизацию всего комплекса необходимы огромные деньги, поэтому имеет смысл судостроителям принять общую программу модернизации, чтобы сконцентрировать определенный вид операций на определенном заводе и, тем самым, существенно повысить рентабельность производств в целом. ■

В статьях, выходящих на страницах журнала, мы уже размещали публикации о многолучевых ГАС (или эхолотах, если речь идет о гидрографическом приложении этого оборудования). Ввиду значительного интереса, проявляемого в последнее время в РФ к подобному оборудованию, считаем необходимым познакомить читателя с возможным применением подобной техники в ВМФ РФ.

Традиционно многолучевые гидроакустические станции (МЛГАС) или многолучевые эхолоты (МЛЭ) в интересах ВМФ и подразделений инженерных войск используются в следующих целях:

- для проведения площадной и маршрутной гидрографической съемки;
- для поиска и идентификации подводных объектов;
- для обнаружения и классификации подводных диверсантов и средств их доставки;
- для инспектирования гидротехнических сооружений.

Вместе с тем возможности современных МЛГАС позволяют использовать их для решения более широкого спектра задач, а применение подобной техники в ВМФ в состоянии существенно улучшить тактические свойства и технические характеристики уже имеющихся на вооружении кораблей, подводных лодок и судов (рис. 1, 2).

1. ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАВИГАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЛАВАНИЯ

Использованию МЛГАС для решения данной задачи была посвящена статья в №3 «Морского вестника» за 2010 г., в которой подробно был освещен вопрос использования так называемых «впередсмотрящих сонаров» в режиме освещения подводной обстановки прямо по курсу. Однако прогресс на месте не стоит, и за истекшее с момента публикации время западные фирмы наладили серийное производство многолучевых эхолотов (МЛЭ), способных работать в режиме впередсмотрящих сонаров (т.е. ГАС, обеспечивающих качественное видеонаблюдение прямо по курсу судна).

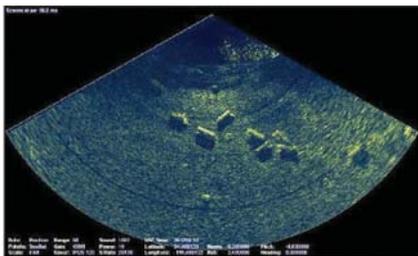


Рис. 1. Вид дна прямо по курсу на экране МЛГАС

Из азав кораблевождения известен весьма экзотический способ определения местоположения (в первую очередь подводных лодок) – по контроль-

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОЛУЧЕВЫХ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ ВОЕННО-МОРСКИМ ФЛОТОМ

К.А. Смирнов, генеральный директор,
А.О. Попко, канд. воен. наук, директор департамента, ЗАО «МНС»,
контакт. тел. (812) 320 3840

ной изобате, при использовании МЛЭ задача существенно упрощается благодаря возможности заблаговременного гидрографического обследования акватории района в ходе выполнения подводными лодками (ПЛ) задач. Имеющаяся на борту ПЛ картотека цифровых моделей рельефа дна в совокупности с установленным МЛЭ позволяет сопоставить ранее полученную от гидрографической службы референсную цифровую модель рельефа с вновь полученной по данным МЛЭ. На этом принципе основана процедура эксплуатационного теста МЛЭ.

Точность определения местоположения ПЛ при этом зависит от точности референсной съемки (подготовки района действий ПЛ), а это составляет метры. На неизбежный вопрос специалистов о скрытности действий ПЛ при использовании МЛЭ для обеспечения навигационной безопасности плавания можно уверенно сказать, что при глубинах под килем ПЛ до 1000 м периодическая работа МЛЭ не будет обнаружена имеющейся аппаратурой обнаружения или будет обнаруживаться на дистанциях пеленгования шума самой ПЛ.

На сегодняшний день этот способ наблюдения местоположения ПЛ представляется более скрытным, нежели всплытие в перископное положение для определения места по ГЛОНАСС/GPS, а также более устойчивым, так как не зависит от устойчивости космической группировки.

Обеспечивается и безопасность подводного плавания, поскольку МЛЭ работает по подводной поверхности ледового покрова так же, как и по поверхности дна.

2. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Многолучевой эхолот, обладая высокой разрешающей способностью по глубине, способен обнаруживать и классифицировать с высокой степенью достоверности донные объекты. В настоящее время для решения этих задач используются гидролокаторы бокового обзора (ГБО) или телевизионная аппаратура.

Телевизионная аппаратура имеет ограничения, связанные с прозрачностью воды и малой дальностью работы, и в ряде случаев заменяется так называемым «звуковидением» – высокочастотными (от 400 кГц) ГАС, однако помехоустойчивость телевизионных систем существенно превосходит эту характеристику гидроакустической аппаратуры.

ГБО – излюбленное средство проведения поисковых работ в силу своей дешевизны, а также высокого качества изображения, позволяющего классифицировать донный объект как по отраженному сигналу, так и по форме акустической тени. Однако оператор для точной классификации объекта требуются определенная квалификация и, как правило, дальнейшее дообследование. МЛЭ, работая в режиме ГБО (данный режим работы не является отдельной опцией для программного обеспечения современных МЛЭ), не дает возможности классифицировать донный объект по форме тени, но позволяет определить плотность материала и не уступает ГБО по качеству отображения. Согласитесь, что оператору со средним уровнем подготовки гораздо проще классифицировать объект по типу его материала. Программное обеспечение МЛЭ способно оперативно подготовить планшет с координатной привязкой обнаруженного объекта, оценить его объем, создать цифровую модель высокого разрешения (рис. 3).

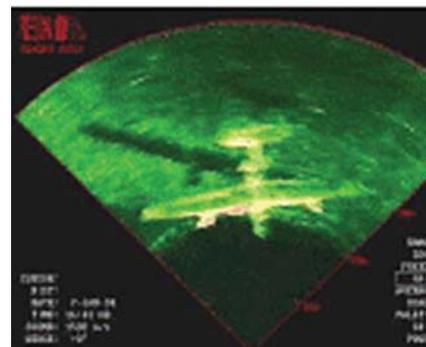


Рис. 2. Самолет времен Второй мировой войны на экране МЛГАС

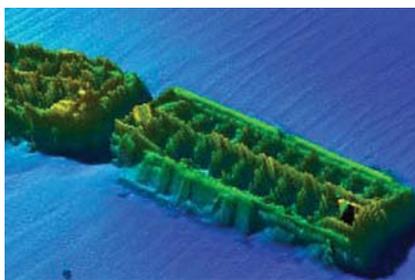


Рис. 3. ЦМР высокого разрешения

3. ПОИСК МИН

Данная способность МЛЭ является частным случаем описанного в п. 2. Необходимо лишь добавить то, что в отличие от ГБО и штатных станций миноискания в отдельности МЛЭ может работать в режимах как собственно МЛЭ – для обнаружения заиленных донных мин так и впередсмотрящего сонара – для обнаружения якорных мин. Относительно высокая частота работы и избирательная ширина диаграммы направленности в вертикальной плоскости, возможность управлять лучом в зависимости от гидрологических условий в совокупности с вышеописанным свойством делают МЛЭ прекрасным дополнением к штатным средствам минно-тральных кораблей, существенно повышающим их тактические свойства (рис. 4, 5).

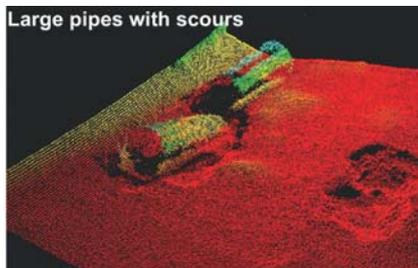


Рис. 4. Бочки на дне – «первичка» от МЛЭ

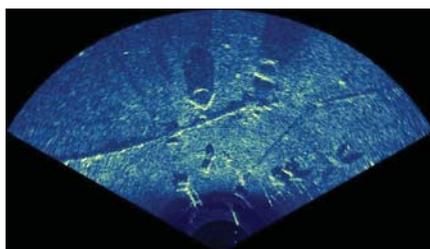


Рис. 5. То же место в режиме МЛГАС

4. ПРОТИВОДИВЕРСИОННАЯ ОБОРОНА

Защите от ПДСС в последнее время уделяется много внимания в прессе, не обошли вниманием эту проблемы и мы (см. «Морская радиоэлектроника», 2009, №1; «Морской вестник», 2008, № 2,3).

Многолучевая ГАС является альтернативой существующим ГАС ПДСС по таким знаковым параметрам, как разрешающая способность и минимальная глубина работы (рис. 6). По результатам испытаний, проводимых на Калужском водохранилище дальность обнаруже-

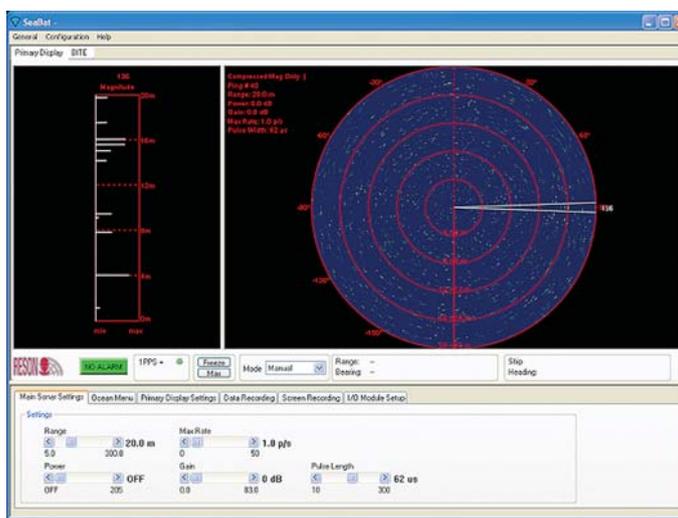


Рис. 6. Операторский интерфейс МЛГАС

ния пловца составила 250 м при средней глубине водоема 2–2,5 м. Классификация цели осуществляется либо вручную – оператором, либо автоматически – по заложенным в ПО поведенческим моделям и отражающей способности. МЛГАС при согласовании протоколов информационно-технического сопряжения способен выдавать целеуказание на комплекс ППО (например ДП-65)

5. ПРОТИВОТОРПЕДНАЯ ЗАЩИТА

Перед специалистами в области морского подводного оружия всегда стояла задача снижения факторов, демаскирующих его применение – в первую очередь шумность, что особенно характерно для торпед, имеющих тепловую энергосиловую установку. Исходя из допущения того, что торпеда может быть услышана гидроакустиком на расстоянии в несколько километров, строились системы противоторпедной защиты, которые в качестве источника целеуказания использовали либо штатную подкильную ГАС, либо ГАС ПТЗ, работающую в пассивном режиме.

Такое понимание проблемы характерно для представителей отечественного ВМФ и ВПК, вместе с тем типовые ситуации, возникающие на учениях, не характерны для действий вероятного противника, а типичный шум отечественной практической торпеды не имеет ничего общего с шумами от образцов западного вооружения, разработанного хотя бы конца 80-х гг. Дальности обнаружения современных малозумных торпед находятся на грани минимальных дистанций применения по ним оружия ПТЗ. Но выход из этой ситуации есть: если нельзя торпеду услышать, то можно получить от нее отраженный эхосигнал, или даже не от нее, а от ее турбулентного следа, и эта задача по силам МЛГАС. МЛГАС с рабочей частотой 100 кГц в состоянии обнаружить такую цель на расстояниях до 1000 м, при автоматизированной

выдаче целеуказания на оружие ПТЗ уничтожение торпеды возможно.

Основным видом вооружения ПТЗ была и пока остается реактивная бомбометная установка (РБУ) с максимальной дальностью стрельбы 6000 и 1000 м. Применение РБУ не всегда возможно в силу работы системы корабельных блокировок, применению других видов оружия, полетов палубной авиации и др., немаловажным является фактор минимальной дистанции стрельбы бомбами в совокупности с временем готовности РБУ к стрельбе. К тому же при залповой стрельбе существует вероятность непоражения одной из торпед залпа. Почему бы в этом случае не использовать возможности МЛГАС, описанные в п. 4 настоящей статьи? Конечно, для этих целей необходимо держать установку ДП-65 в положении побоевому, но, учитывая риск потерь, это решение будет вполне оправданным.

А теперь представим себе синергетический эффект от внедрения на нашем флоте подобной техники. Насколько более устойчивыми станут наши подводные лодки, ограниченные в возможностях боевого обеспечения, насколько более эффективными станут действия минно-тральных сил и сил охраны водного района при охране рейдов и гаваней и противоминным действиям, насколько более результативными станут действия спасательных служб ВМФ, не говоря уже о гидросъемке. Ответ однозначен: ровно настолько, насколько может дать эффект внедрения передовой технологии, не требующей колоссальных затрат для создания «под себя» отдельного проекта корабля или ПЛ.

Пора, наконец, вспомнить о том, что корабли создавались, создаются и должны создаваться с учетом модернизационного потенциала, раскрыть который помогут современная техника и способы ее применения, рассмотренные в настоящей статье. ■

Успешность функционирования объектов морской экономической деятельности определяется в значительной степени степенью их защиты от различного рода угроз: террористических актов, пиратства, враждебных действий недружественных государств и т.д. Одним из способов защиты такого рода объектов в подводной среде является использование преимуществ полистатических методов гидроакустического обнаружения [1].

Практическая реализация этих методов связана с использованием активных источников акустических сигналов, что, однако, оказывает отрицательное влияние на экологию водной среды в районе, демаскирует используемые средства охраны, а также приводит к неоправданно высокому расходу энергоресурсов. Все это определяет

необходимость совместного (комбинированного) использования средств, реализующих полистатические методы обнаружения, и пассивных средств, предназначенных для первичного обнаружения объекта-нарушителя. Такой вариант использования средств предполагает решение ряда задач управления, связанных с выбором излучающего средства из группы установленных, с определением момента начала излучения и выбором мощности излучаемого сигнала. Решение перечисленных задач базируется на анализе динамики взаимного положения объектов (объекта-нарушителя и объектов-наблюдателей) в пространстве и формировании на этой основе управляющих воздействий. Эффективным инструментом решения такого рода задач является использование интеллектуальных геоинформационных систем (ИГИС), которые позволяют вести оперативный контроль местоположения объекта-нарушителя и на основе заложенных правил выработать рекомендации по управлению средствами обнаружения.

Далее проанализируем возможности ИГИС при управлении средствами, реализующими полистатические методы обнаружения объекта-нарушителя в подводной среде.

1. ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАЧИ

В охраняемой зоне Ω функционирует система, которая обеспечивает обнаружение объекта-нарушителя. В состав системы входят:

- система пассивных средств обнаружения, позволяющая на определенный момент времени t_0 получить априорную вероятностную плотность $f(x, y, t_0)$ предполагаемого положения объекта-нарушителя;

- полистатическая система гидроакустического обнаружения, представляющая собой комплекс из K активных источников акустических сигналов и L приемников отраженного сигнала [1, 2]. Источники и приемники акустических сигналов имеют фиксированные координаты в пределах зоны Ω .

Для полистатической системы имеется расчетный алгоритм, позволяющий для каждой точки охраняемой зоны вычислить вероятность достижения акустического контакта с объектом-нарушителем, находящимся в данной точке, при использовании различных активных источников и различных значений мощности излучаемого сигнала [3, 4]. Обозначим эту вероятность $P(x, y, k, w)$;

- управляющая система, обеспечивающая сбор и отображение информации от источников информации, прогнозиру-

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПОЛИСТАТИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ ОБНАРУЖЕНИЯ

В.И. Ермолаев, канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник СПИИРАН,

А.В. Махшанов, д-р техн. наук, проф. СПГУВК,

В.А. Колесник, д-р техн. наук, проф.,

зам. ген. директора ЗАО НПО «Севзапспецавтоматика»,

контакт. тел. +7 921 341 8771

вание местоположения обнаруженного объекта-нарушителя, а также выработку рекомендаций по управлению активными источниками.

Задача оптимального управления охранной системой в целом [7] с учетом уравнения изменения фазовых координат

$$x(t_i) = f[x(t_{i-1}), u(t_i), t_i], t_i \in [0, T], i = 1, \dots, N \quad (1)$$

и условиями

$$u(t_i) = \{S_i, R_i\}, S_i \subset \Omega_S, R_i \subset \Omega_R, i = 0, \dots, N \quad (2)$$

формулируется как задача пошагового выбора допустимого управления

$$u(t_1), u(t_2), \dots, u(t_N), \quad (3)$$

которое позволяет достичь значения показателя эффективности решения задачи не менее заданного порогового значения:

$$P(x, y, k, w, t) > P_{кр} \quad (4)$$

В выражениях (1)–(4) приняты следующие обозначения: $x(t_i)$ – фазовые координаты управляемой системы, в качестве которых выступают состояния системы (обнаружение объекта-нарушителя пассивными средствами, прогноз его местоположения по данным пассивных средств, обнаружение активными средствами);

$f[x(t_i), u(t_i), t_i]$ – функция управления системой в момент t_i ;

$u(t_i)$ – вектор-функция, которая ставит в соответствие дискретному значению времени t_i режим работы (активный, пассивный) полистатической системы, ее конфигурацию и мощность излучения активных элементов;

Ω_S – множество вариантов пространственной конфигурации полистатической системы;

Ω_R – множество вариантов мощности излучения полистатической системы;

N – количество дискретных отсчетов времени, в пределах которых осуществляется выбор управляющих воздействий;

$P_{кр}$ – заданное значение вероятности обнаружения объекта полистатической системой.

2. ОБЩИЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ

Предположим, что событие, заключающееся в обнаружении объекта-нарушителя пассивными средствами, произошло. Тогда задача управления охранной системой на каждом шаге управления сводится к решению трех взаимосвязанных подзадач:

а) выбор излучателя акустических сигналов k_m , используемого в цикле обзора;

- б) определение мощности излучения w_n ;
- в) определение момента начала излучения t :

$$k_m, w_n, t : P(x, y, k, w, t) > P_{кр}; x, y \in \Omega, k \in \Omega_k, w \in \Omega_w, t \in [0, T]. \quad (5)$$

При этом для каждого излучателя и для каждого значения его мощности излучения вычисляется поле вероятности обнаружения объекта нарушителя $P(x, y, k, w)$.

Для каждой элементарной зоны $[x, x+dx] \times [y, y+dy]$ рассматриваемой акватории имеем вероятность $f(x, y, t) dx dy$ нахождения объекта в этой зоне в данный момент времени t и вероятность $P(x, y, k, w)$ достижения акустического контакта с целью, находящейся в данной точке. Таким образом, полная вероятность достижения контакта при использовании активной полистатической системы в момент t , есть

$$P(x, y, k, w, t) = \iint_{\Omega} P(x, y, k, w) f(x, y, t) dx dy. \quad (6)$$

Мощность w ограничена сверху соображениями скрытности и экологическими требованиями, а снизу – условием достижения устойчивого обнаружения объекта. Момент включения активной системы нужно определить из неравенства $P(x, y, k, w, t) > P_{кр}$.

Пример. Пусть для полистатической системы мощность излучаемого сигнала $w = w_0$ фиксирована для заданного излучателя k_0 . Функция $P(x, y, k_0, w_0)$ задана своими линиями уровня, приведенными на рис. 1, априорное распределение $f(x, y, t)$ задано в виде семейства двумерных нормальных плотностей с математическим ожиданием и ковариационной матрицей, зависящими от времени t . На рис. 2 приведены график функции $P(x, y, k_0, w_0, t)$ и критический уровень вероятности обнаружения

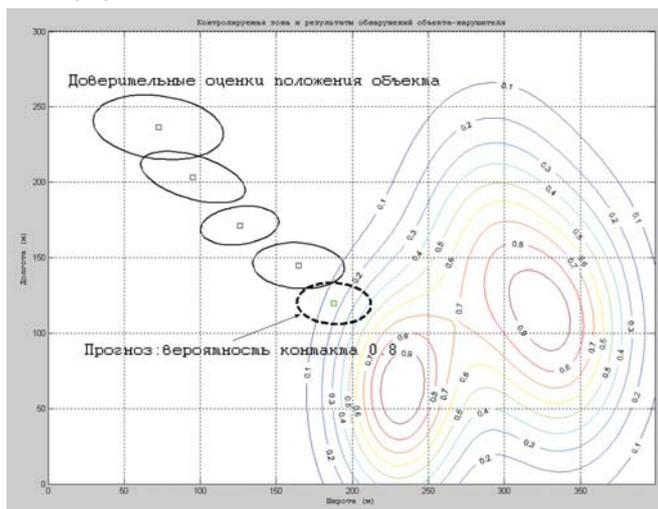


Рис. 1. Контролируемая зона и результаты прогноза местоположения объекта-нарушителя



Рис. 2. Изменение прогнозируемой вероятности достижения акустического контакта полистатической системой

$P_{кр}$. Решением поставленной задачи является абсцисса точки пересечения этих двух кривых, при этом решение принимается на основе полиномиального калмановского прогноза траектории объекта и характеристик точности этого прогноза.

В основе предлагаемого алгоритма прогноза местоположения объекта-нарушителя лежит стандартная процедура прогнозирования положения динамического объекта и ковариационной матрицы погрешностей прогноза [5]. Будем описывать положение объекта как точку в пространстве состояний $X = [x \quad y \quad v]^T$. Для описания динамики объекта примем линейное соотношение

$$X(t + \tau) = \Phi(\tau)X(t) + \xi(t), \quad (7)$$

в качестве уравнения измерений – соотношение

$$Y(t) = HX(t) + \eta(t), \quad (8)$$

где

$$\Phi(\tau) = \begin{bmatrix} 1 & \tau & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \tau \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} \xi \\ \eta \end{bmatrix} \in WN(0, \begin{bmatrix} Q & 0 \\ 0 & R \end{bmatrix}), \quad Q = \begin{bmatrix} 6 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \end{bmatrix},$$

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix};$$

ковариационные матрицы погрешностей измерений R для каждого момента обнаружения t_k считаются известными. Символ $WN(0, G)$ используется для модели векторного белого шума с матричной интенсивностью G . В качестве начального значения вектора X и начальной ковариационной матрицы S принимается значение, отвечающее первому обнаружению объекта-нарушителя.

Фильтрация текущих измерений осуществляется рекуррентно по следующим формулам:

$$\tau = t_{k+1} - t_k; \quad \tilde{S}_{k+1} = \Phi(\tau)S_k\Phi(\tau)^T + Q;$$

$$K_{k+1} = \tilde{S}_{k+1}H^T(H\tilde{S}_{k+1}H^T + R_{k+1})^{-1}; \quad (9)$$

$$\tilde{X}_{k+1} = \Phi(\tau)X_{k+1}(Y_{k+1} - H\Phi(\tau)\tilde{X}_k); \quad S_{k+1} = (I - K_{k+1}H)\tilde{S}_{k+1}.$$

После того как получен результат фильтрации последнего, n -го, обнаружения \tilde{X}_n и его ковариационная матрица S_{k+1} , отвечающие моменту времени t_n , прогноз на время t и его ковариационная матрица находятся по формулам

$$\tilde{X}(t_n + \tau) = \Phi(\tau)\tilde{X}(t_n + \tau); \quad S(\tau) = \Phi(\tau)S_n\Phi(\tau)^T + Q. \quad (10)$$

Восстанавливая по полученным прогнозным значениям гауссову апостериорную плотность прогнозируемого положения объекта, вычисляем для нескольких значений τ вероятности достижения контакта при включении активной системы в момент $t_n + \tau$. Вычисления выполняются по формуле (1) численными методами. Кривая на рис.2 получается как сплайн-интерполяция этих прогнозных значений. Момент включения активной системы для заданного излучателя и заданной мощности излучения определяется как момент пересечения полученной кривой критического уровня. В этом случае выполняется неравенство

$$P(x, y, k_0, w_0, t) > P_{кр}. \quad (11)$$

Кривая $P=P(\tau)$ не доходит до значения $P=1$ – это значит, что объект-нарушитель, согласно полученному прогнозу, не проходит через точку наибольшей эффективности активной акустической системы.

Оптимальное управление при использовании различных вариантов конфигурации излучающей системы и различных мощностей излучения обеспечивается при выполнении условия

$$u(t) : t_i = \min t, P(x, y, k, w, t) > P_{кр}. \quad (12)$$

3. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИГИС

Практическая реализация алгоритма решения задачи, приведенного выше, с использованием возможностей ИГИС имеет определенные особенности.

ИГИС объединяет в себе преимущества геоинформационных и экспертных систем. Технологии ИГИС позволяют размещать расчетно-алгоритмические модули в составе экспертной системы, используя при этом не только данные, источниками которых является геоинформационная система, но и стандартные процедуры ГИС. Так, например, архитектура OGIS (Open Geodata Interoperability Specification), позволяет взаимодействовать с различными хранилищами геоданных и обеспечивает доступ к сервисам обработки пространственных данных. Сочетание архитектуры OGIS с архитектурой экспертной системы обеспечивает визуальное моделирование пространственных процессов [6, 8–12] и на этой основе позволяет реализовать алгоритм выработки рекомендаций по управлению охранной системой. Визуальное компьютерное моделирование использует все идеи имитационного статистического моделирования, но делает упор на наглядном представлении моделируемого процесса или явления.

Процесс визуального моделирования в конкретном случае управления охранной системой имеет определенные временные рамки. Начало моделирования определяется моментом обнаружения объекта-нарушителя пассивной акустической системой, окончание – моментом выработки рекомендаций по применению полистатической системы. Формой реализации процесса визуального моделирования является сценарий, представляющий последовательность этапов и решений. Этап в контексте управления охранной системой представляет собой текущее или прогнозируемое местоположение объекта-нарушителя, вычисляемое с определенной дискретностью по времени. Смена этапов происходит в результате действий, представляющих перемещение объекта-нарушителя с последовательно оцениваемыми скоростью и курсом из одной точки в другую. Решение представляет собой рекомендацию по использованию полистатической системы обнаружения, вырабатываемую на каждом этапе моделирования.

Для реализации прототипа архитектуры визуального моделирования пространственных процессов может быть рекомендован набор готовых пакетов программ с открытым исходным кодом, свободно доступных в Интернете:

- **Protégé** – редактор онтологий [8],
- **JBossRules** – машина логического вывода типа RETE [9],
- **OpenMap** – библиотека ГИС [10],
- **Groovy** – интерпретатор скриптового языка для виртуальной машины Java [11].

Перечисленный набор программ позволяет реализовать технологию представления знаний на базе онтологий. В составе указанной технологии выделяется следующая последовательность этапов:

- синтез онтологии предметной области;
- представление онтологии в виде дерева классов;
- построение сценария деятельности соответствующего органа в графических примитивах;
- реализация процедурных знаний: разработка и формализация правил интерпретации классов;
- реализация предметных знаний: добавление представителей классов;
- интеграция процедурных и предметных знаний, тестирование базы знаний.

Методика реализации перечисленных элементов технологии представления знаний достаточно подробно при-

ведена в [12]. На рис. 3–5 приведены элементы сценария выработки рекомендаций по управлению полистатическими средствами наблюдения.

На первом этапе (см. рис. 3) на картографическую систему наносится объект-нарушитель, обнаруженный по данным пассивных средств обнаружения, и производится запуск программы расчета области его возможного местоположения (ОВМЦ).

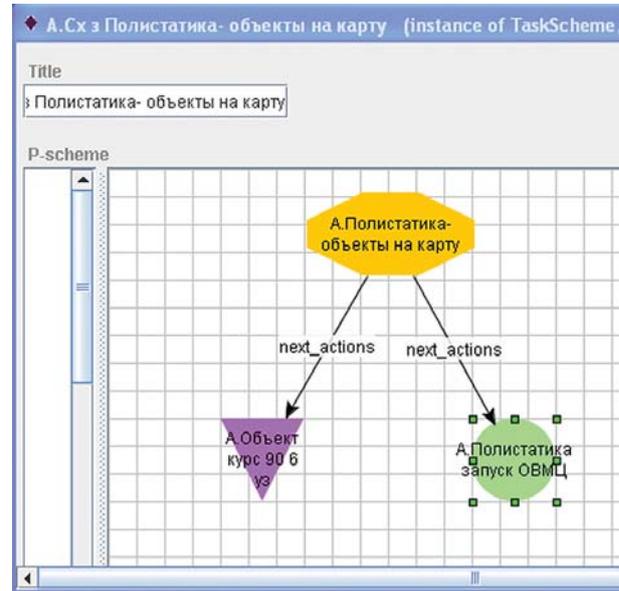


Рис. 3. Сценарий нанесения объектов и запуска задачи

После расчета ОВМЦ объекта-нарушителя рассчитывается вероятность его обнаружения полистатической системой. При этом вероятность принадлежности объекта той или иной области, характеризующей вероятность обнаружения объекта, рассчитывается с использованием метода Монте-Карло и стандартных функций библиотеки OpenMap для вычисления вероятности $P(x, y, k, w, t)$ на каждом шаге управления.

Прогнозное местоположение объекта-нарушителя рассчитывается в соответствии с выражениями (7)–(10).

Алгоритм вычисления вероятности $P(x, y, k, w, t)$ предполагает:

А) генерацию случайной точки с координатами (x, y) , распределенной по двумерному нормальному закону, характеризующему прогнозное местоположение объекта-нарушителя. При этом используется тот факт, что если $X < 2\sigma_n >$ – выборка из нормального закона $N(0, E)$, то $Y = S^{1/2} X$ – выборка из нормального закона $N(0, S)$. Добавляя к каждому столбцу Y вектор средних значений a , получаем выборку из $N(a, S)$.

Если функция «квадратный корень из матрицы» недоступна, поступаем следующим образом: пусть Q – диагональная матрица, на диагонали которой стоят собственные числа S ,

$$\tilde{Q} = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 \\ 0 & \lambda_2 \end{bmatrix}, \quad (13)$$

P – матрица, столбцами которой являются нормированные собственные векторы S . Построим матрицу

$$\tilde{Q} = \begin{bmatrix} \sqrt{\lambda_1} & 0 \\ 0 & \sqrt{\lambda_2} \end{bmatrix}, \quad (14)$$

Тогда $S^{1/2} = P^T \tilde{Q} P$.

Б) определение принадлежности случайной точки области, характеризующей ту или иную вероятность обнаружения объекта-нарушителя активной системой, с использованием метода isPointInPolygon, входящего в библиотеку OpenMap;

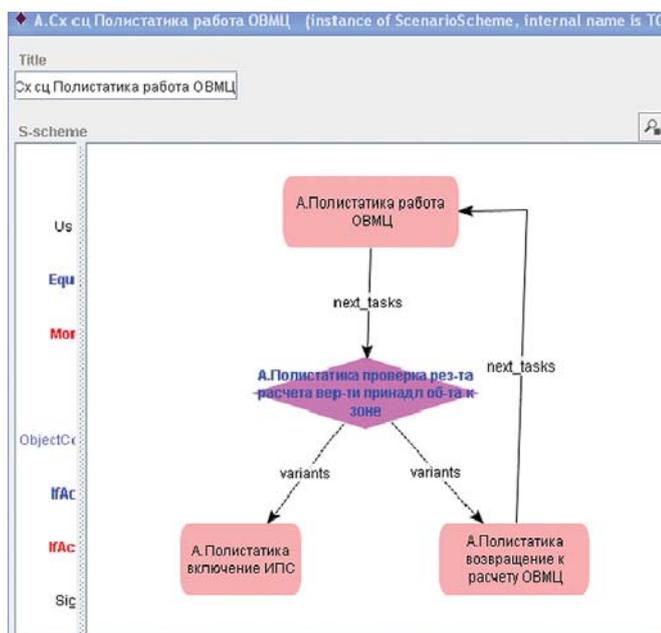


Рис. 4. Сценарий принятия решения

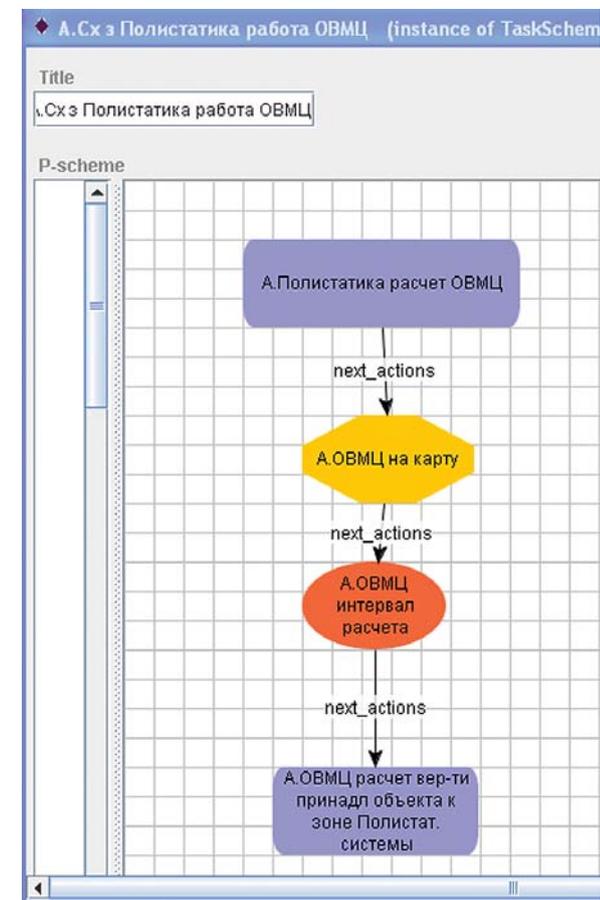


Рис. 5. Сценарий расчетной части

В) подсчет количества попаданий n_j случайной точки в каждую j -ю область;

Г) обработка полученных данных и оценивание вероятности обнаружения объекта нарушителя $P(x, y, k, w, t)$:

$$P(x, y, k, w, t) = \frac{1}{N_u} \sum_{j=1}^{N_o} P(x, y, k, w) \cdot n_j, \quad (15)$$

где N_u – количество испытаний, обеспечивающее заданную точность и достоверность получения результатов, N_o – количество зон, $P(x, y, k, w)$ – значение вероятности обнаружения объекта-нарушителя, характеризующее зону обна-

ружения полистатической системы при использовании k -го излучателя мощностью w , n_j – количество попаданий случайной точки в j -ю зону.

Д) выработку рекомендаций на использование активных средств, применяющих полистатические методы обнаружения на основе контроля за выполнением условия

$$u(t) : P(x, y, k, w, t) > P_{кр}.$$

Всю расчетную часть целесообразно реализовать в экспертной системе с использованием языка Groovy, который предназначен для специального типа действий **Calculus**. Это – «низкоуровневое средство на все случаи жизни» [11, 12], позволяющее вставить любой текст на языке Groovy и с его помощью выполнить любую обработку информации в тех местах алгоритма, где нет готовых типовых действий.

ВЫВОДЫ

1. Интеллектуальные геоинформационные системы позволяют решать широкий круг задач, связанных с управлением системами обнаружения, входящими в охранные системы объектов морской экономической деятельности. При этом они обеспечивают не только визуальное отображение текущей обстановки, но и автоматическую выработку рекомендаций по управлению комплексом средств обнаружения.

2. Для автоматизации процесса управления средствами обнаружения охранной системы целесообразно использовать архитектуру визуального моделирования пространственных процессов, в состав которой входит набор готовых пакетов программ с открытым исходным кодом, свободно доступных в Интернете. Набор таких пакетов программ позволяет реализовать технологию представления знаний на базе онтологий.

3. Приведенный подход к решению задачи управления полистатическими средствами обнаружения может быть распространен на другие средства, функционирующие в системе охраны объектов морской экономической деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Luchinin A.G., Hil'ko A.I. Low-Frequency Acoustic Tomography of Shallow Sea Using Low-Mode Pulses // Akust. Zh. – 2005. – Vol.51. – No.2. – P.124–125.
2. Smirnov I.P., Caruthers J.W., Hil'ko A.I. Tomographic Observations of Localized Inhomogeneities in Plane-Layered Waveguides. – Preprint No.550, IAP RAS, Nizhny Novgorod, 1999, 26 p.
3. Иванова И.А., Леонтьев Ю.Б. Иерархия классов при реализации расчетов интенсивности звукового поля в геоинформационных системах. – Тр. междунар. семинара IF&GIS, Санкт-Петербург, 2005, с.188–195.
4. Хилько А.И. Согласованная со средой акустическая томография океана на основе использования геоинформационной системы с физическими моделями – Тр. междунар. семинара IF&GIS, Санкт-Петербург, 2005, с.196–209.
5. Makshanov A.V. Dynamic Models in Tracking and Surveillance Problems. – SPb: VICU, 1983.
6. Meditch J.S. Stochastic Optimal Linear Estimation and Control. – N.Y.: McGraw Hill, 1969.
7. Бельский А.С. Исследование операций в транспортных системах: идеи и схемы методов оптимизации планирования. – М.: Мир, 1992.
8. Knublauch H. An AI tool for the real world. Knowledge modeling with Protégé. JavaWorld.com., 06/20/03.
9. Owen J. Open source rule management // InfoWorld.com, November 02, 2006.
10. Owen D. Java Geography for the Smart Mob, Part 1: OpenMap, O'Reilly On Java. com. March 6, 2003.
11. Koenig D., Glover A., King P., Laforge G., Skeet J. Groovy in Action. – Manning, 2006.
12. Сорокин Р.П., Ивакин Я.А. Применение методов и средств искусственного интеллекта в геоинформационных системах. – Тр. междунар. семинара IF&GIS, Санкт-Петербург, 2005. ■

В настоящее время для передачи информации между источниками информации (датчики и сигнализаторы), устройствами обработки (модули, блоки, технологические станции) и представления информации (пульты и щиты) в судовых системах пожарной сигнализации используются в основном электрические кабели.

Развитие элементной базы микроэлектроники позволило создать миниатюрные датчики и сигнализаторы различного назначения, которые активно внедряются в судовые системы управления и контроля. Однако процесс миниатюризации судовых датчиков сдерживается необходимостью использования электрических кабелей, внешние диаметры которых в несколько раз превышают размеры чувствительных элементов датчиков. Это приводит к усложнению конструкции и значительному увеличению внешних габаритов датчика, большую часть которого занимает устройство ввода электрических кабелей. Как следствие, значительно повышается стоимость датчика, а потребляемая им энергия расходуется прежде всего на формирование и передачу по электрическому кабелю сигналов к устройству обработки информации.

Учитывая значительный прогресс в развитии беспроводных технологий передачи информации и широкое внедрение в бытовую технику, рассмотрим возможность их использования в судовых условиях для передачи данных от датчиков в систему сигнализации. Примем во внимание, что объем информации, содержащейся в формируемом датчиком сигнале, небольшой, а передача сигнала должна осуществляться внутри судовых помещений на расстоянии, не превышающее нескольких метров.

Наиболее подходящими для указанных условий являются инфракрасная технология (ИК-технология) и технология радиочастотной идентификации (РЧИ-технология).

ИК-технология нашла широкое применение для оперативной беспроводной связи между компьютерами, в пультах дистанционного управления бытовой техники, активно используется для связи цифровых фотоаппаратов и мобильных радиотелефонов с компьютером [1].

ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ В СУДОВЫХ СИСТЕМАХ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ

*Д.А. Скороходов, д-р техн. наук, проф.,ученый секретарь,
Д.В. Сулов, директор, канд. техн. наук, ЗАО «ЦНИИ СМ»,
В.Н. Круглевский, д-р техн. наук, доцент,
ФГУ ИПТ им. Н.С. Соломенко РАН,
контакт. тел. (812) 640-1051, (812) 321 9568*

Инфракрасные системы бывают низкой (до 115,2 кбит/с), средней (1,152 Мбит/с) и высокой (4 Мбит/с) скорости. Излучателем для ИК-связи является светодиод, имеющий пик спектральной характеристики мощности на длине волны 880 нм. Этот светодиод при передаче дает конус эффективного излучения с углом около 30 град. В качестве приемника используют PIN-диоды, эффективно принимающие ИК-лучи в конусе 15 град. Спецификация IrDA обеспечивает уровень битовых ошибок не более 10^{-9} при дальности до 1 м и дневном свете (освещенность – до 10 Клюкс). Для передачи сигналов используют двоичную модуляцию и различные схемы кодирования.

Положительные качества инфракрасной связи – ее безопасность для здоровья человека, она не создает помех в радиочастотном диапазоне и обеспечивает конфиденциальность передачи. Отрицательным фактором, из-за которого ИК-технологии не следует применять в судовых системах сигнализации, является невозможность использования инфракрасной связи в условиях пожара при сильной задымленности и наличии очагов пламенного горения.

РЧИ-системы представляют собой совокупность электронных средств автоматизированного контроля и сбора информации о различных объектах, таких как транспорт, персонал, грузы, товары, ценности и др. Системы РЧИ получили широкое распространение в начале 90-х гг. Состав типовой системы РЧИ показан на рис. 1.

Метка и считыватель связаны между собой радиочастотным каналом. Метка состоит из приемопередатчика и антенны. Считыватель также со-

держит в своем составе приемопередатчик и антенну. Контроллер может входить в состав считывателя, а может изготавливаться и в виде отдельного устройства. Контроллер образует интерфейс для обмена с устройством обработки информации, в качестве которого может быть использована ПЭВМ.

Посредством приемопередатчика и антенны считыватель излучает электромагнитное поле определенной частоты. Попавшие в зону действия считывающего поля радиочастотные метки «отвечают» собственным сигналом, содержащим определенную информацию (например, код метки) на той же самой или другой частоте. Сигнал улавливается антенной считывателя, принятая информация расшифровывается и передается через контроллер в компьютер для обработки.

Контроллер выполняет несколько функций: стыковку считывателя с портами компьютера и мультиплексирование нескольких считывателей с одним компьютером. Некоторые фирмы-разработчики интегрируют считыватель, антенну и контроллер в одно изделие, другие, наоборот, в разных. Устройство обработки ведет непосредственно хранение, обработку полученной от меток информации и применяет ее в различных пользовательских программах.

Радиочастотная метка обычно включает в себя приемник, передатчик, антенну и блок памяти для хранения информации. Приемник, передатчик и память конструктивно выполняются в виде отдельной микросхемы (чипа). Иногда в состав конструкции метки включается источник питания (например, литиевая батарейка). Такие метки называются активными. Дальность считывания актив-



Рис. 1. Состав системы радиочастотной идентификации

ных меток не зависит от энергии считывателя.

Пассивные метки не имеют собственного источника питания, а необходимую для работы энергию получают из поступающего от считывателя электромагнитного сигнала. Дальность чтения пассивных меток зависит от энергии считывателя.

Преимуществом активных меток являются значительно большая (в 2–3 раза) дальность считывания информации и высокая допустимая скорость движения активной метки относительно считывателя. Поэтому активные метки могут быть использованы для передачи информации на десятки метров в движении.

Преимущество пассивных меток – практически неограниченный срок службы, так как они энергонезависимы и не требуют замены батареек, что позволяет их использовать для длительного хранения информации; недостаток – необходимость использования более мощных устройств считывания информации, обладающих соответствующими источниками питания.

Потребность в беспроводных сенсорах и автономных информационно-измерительных системах вызывает необходимость создания автономных источников питания. Несмотря на то, что за последние 15 лет емкость химических источников возросла примерно в 3 раза, их присутствие существенно увеличивает размеры устройств и эксплуатационные расходы. Необходимость в периодической замене батареек, организации их хранения и утилизации требует дополнительных затрат. В связи с этим поиск альтернативных батареек и аккумуляторов источников энергии активно ведется во многих странах, начиная с 90-х гг. XX в. Так, в США с начала 2000-х гг. появился ряд новых предприятий, специализирующихся в области беспроводных технологий (например, «Infinite Power Solutions, Inc.», «MicroStrain, Inc.»). ВМС США активно финансируют работы по разработке беспроводных сенсоров, уделяя большое внимание автономным устройствам их питания. Об этом свидетельствует информация с официального сайта правительства США о заключенных министерством обороны контрактах.

Компанией «Siemens» разработано и широко разрекламировано в 2009 г. устройство длиной несколько сантиметров, представляющее собой пьезоэлектрический генератор, способный преобразовывать колебания различной частоты и амплитуды, в том числе вибрации двигателя, в электроэнергию [2]. Мощность устройства составляет несколько милливольт.

Миниатюрный пьезоэлектрический генератор этой фирмы не уникален, но отличается от подобных устройств большим частотным диапазоном и амплитудой движений, преобразуемых в электроэнергию, а также повышенной прочностью.

Сенсоры, оснащенные подобными источниками питания, могут эксплуатироваться в судовых условиях, что подтверждается практическим опытом их использования в системах определения местонахождения морских грузовых контейнеров и контроля состояния груза внутри них.

Японская компания «Brother Industries» создала и в 2010 г. представила компактный вибрационный генератор тока, способный обеспечить энергией устройства, потребляющие до 100 мВт, и помещающийся в стандартном корпусе батареек AA или AAA [3]. Его можно использовать в устройствах с небольшим и эпизодическим потреблением энергии.

Внедрение автономных источников питания в судовые системы пожарной сигнализации обеспечит их энергетическую независимость, повысит живучесть в аварийных условиях и позволит перейти на качественно новый уровень автоматизации процессов контроля пожарной опасности.

Информация в память радиочастотной метки может быть занесена различными способами, которые зависят от ее конструктивных особенностей. Различают следующие типы меток:

RO – метки (Read Only), которые работают только на считывание информации. Необходимые для хранения данные заносятся в память метки изготовителем и не могут быть изменены в процессе эксплуатации;

WORM – метки (Write Once Read Many) для однократной записи и многократного считывания информации. Они поступают от изготовителя без каких-либо данных пользователя в устройстве памяти. Необходимая информация записывается самим пользователем, но только один раз;

R/W – метки (Read/Write) многократной записи и многократного считывания информации.

Активный идентификатор с батарейным питанием излучает через случайные промежутки времени радиочастотные посылки, содержащие уникальные неизменный код идентификатора и дополнительную служебную информацию. Случайный интервал времени между посылками используется для предотвращения последовательного наложения сигнала нескольких меток, находящихся в зоне регистрации.

В промежутках между излучением сигнала идентификатор находится в режиме ожидания и низкого энергопотребления для увеличения ресурса работы от батареи.

Приемник сигналов со стационарным питанием принимает излученные сигналы нескольких идентификаторов, находящихся в зоне приема, и передает декодированную информацию в блок обработки данных и ведения БД по каналу RS-232 или RS-485.

При передаче информации о посылке идентификатора в блок обработки данных и ведения БД добавляются данные о мощности сигнала при приеме (RSSI) – 1 байт.

Конструктивно стационарный считыватель выполняется в герметичном корпусе. Габаритные размеры считывателя – не более 180×320×110 мм.

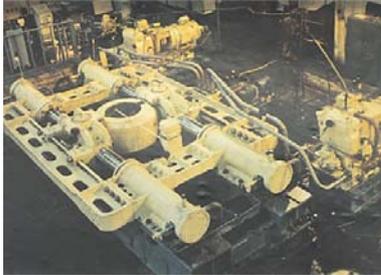
Таблица

Технические характеристики реальной РЧИ-системы

Параметр	Значение
Рабочая частота, МГц	2410 (диапазон возможных частот – от 2400 до 2483,5)
Макс. радиочастотная мощность, мВт	1
Средний интервал времени между посылками, с	3
Разброс интервала между посылками равномерно из диапазона, с	2,5 – 3,5
Энергопотребление: – при передаче или приеме, мА – в режиме ожидания, мкА	17 0,5
Рабочий диапазон электропитания, В	От 2 до 3,6
Состав посылки идентификатора, байт – уникальный код идентификатора – счетчик отправленных пакетов – тип посылки – напряжение питания батареи – встроенный датчик температуры чипа метки – состояние тампера (датчика контакта) – контрольная сумма	4 4 1 1 1 1 2
Скорость передачи по радиочастотному каналу, кбод	500
Идентификатор рассчитан на использование при температуре, °С	От –20

Россия, 192029
Санкт-Петербург, ул.Дудко, д.3
Телетайп: 122214 NASOS RU
Тел. (812) 640-11-69
Факс (812) 640-11-72
info@proletarsky.ru
www.proletarsky.ru

Россия, 192029
Санкт-Петербург, ул. Дудко, 3
Тел. (812) 640-1051
Факс (812) 640-1052
sudmash@ sudmash.ru
www.sudmash.ru



ОАО «Пролетарский завод» и ЗАО «ЦНИИ судового машиностроения» в настоящее время представляют собой современный научно-производственный комплекс судового машиностроения, ведущий разработку и поставку широкой номенклатуры конкурентоспособного судового оборудования для строительства отечественного флота.



ЦНИИ судового машиностроения было образовано в 1970 г. для обеспечения научно-обоснованных разработок эффективного оборудования судового машиностроения. В этом же году было создано Научно-производственное объединение в составе ЦНИИ СМ как головного предприятия и «Пролетарского завода».

Сегодня ЗАО «ЦНИИ судового машиностроения» - многопрофильное научно-исследовательское предприятие, обладающее высоким научно-техническим потенциалом, применяющее современные CALS-технологии.



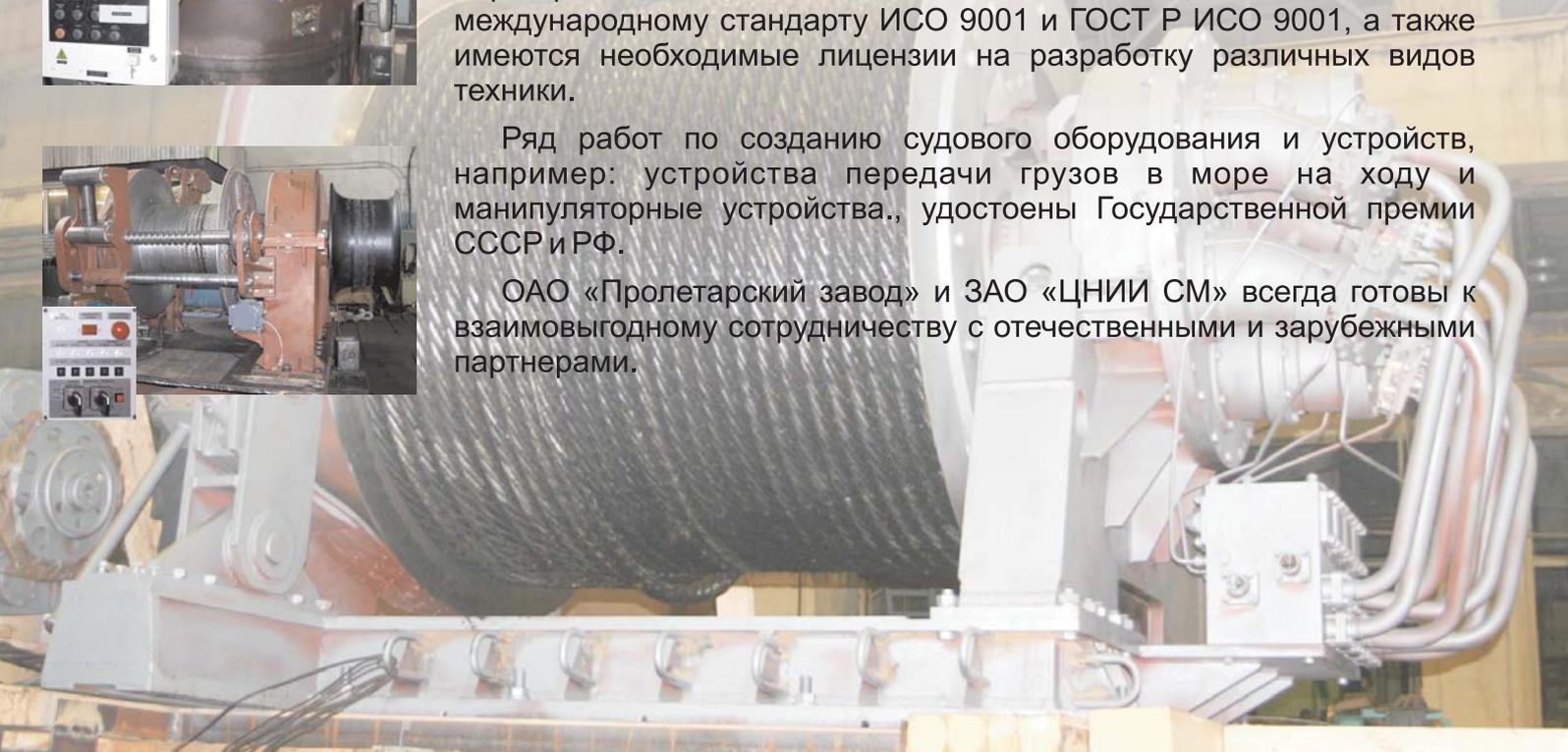
ОАО «Пролетарский завод» совместно с ЗАО «ЦНИИ СМ» создают уникальную продукцию судового машиностроения, успешно используя мировой опыт ведущих зарубежных фирм. Создаваемые изделия обладают высокой конкурентоспособностью в России и за рубежом и в ряде случаев не имеют аналогов в отечественном судостроении.

Продукция судового машиностроения одобрена Морским Регистром РФ, а также может поставляться с сертификатами иностранных классификационных обществ. В 2008 г. получены сертификаты соответствия системы менеджмента качества международному стандарту ИСО 9001 и ГОСТ Р ИСО 9001, а также имеются необходимые лицензии на разработку различных видов техники.



Ряд работ по созданию судового оборудования и устройств, например: устройства передачи грузов в море на ходу и манипуляторные устройства., удостоены Государственной премии СССР и РФ.

ОАО «Пролетарский завод» и ЗАО «ЦНИИ СМ» всегда готовы к взаимовыгодному сотрудничеству с отечественными и зарубежными партнерами.



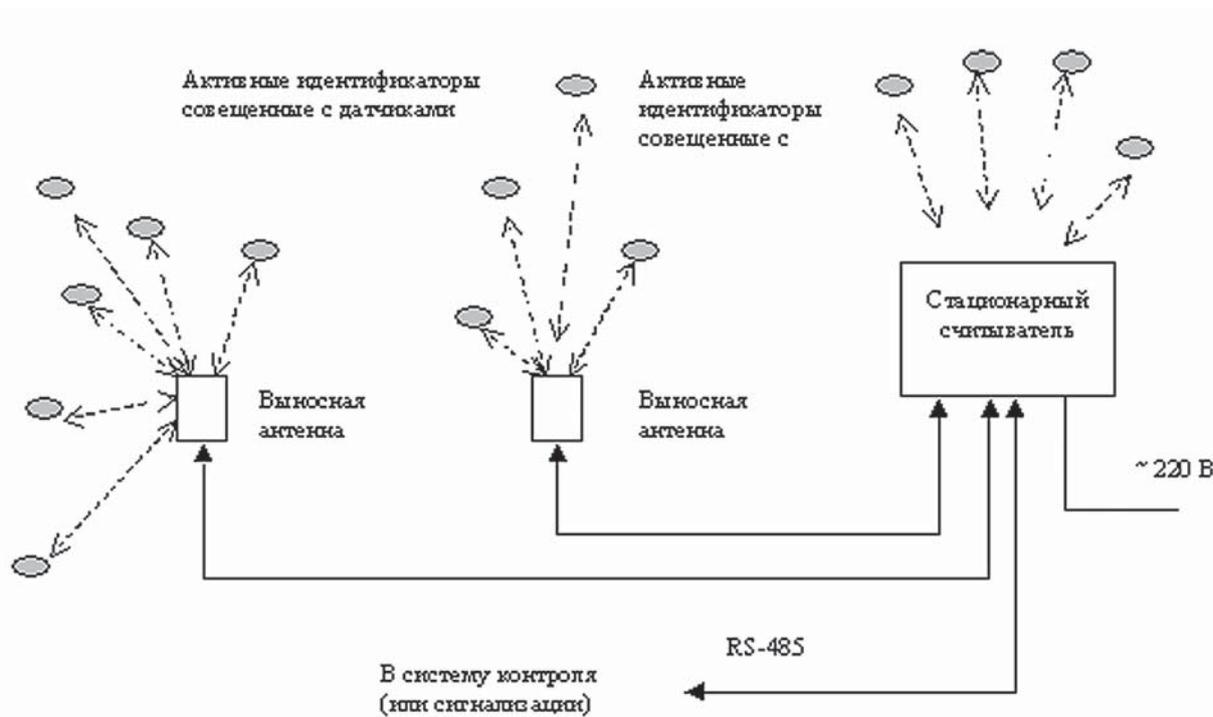


Рис. 2. Структурная схема типового узла беспроводной системы сбора информации

Рассчитан на работу при температуре окружающего воздуха выше -40°C .

Для подключения внешних антенн предусматриваются два коаксиальных разъема, для сопряжения с другим оборудованием – также два разъема.

Одновременно считыватель способен регистрировать до 100 идентификаторов, находящихся в поле его зрения.

Выносные антенны используются при установке одного стационарного считывателя для контроля сразу двух-трех отдельных зон или для контроля зоны большой площади или сложной конфигурации. Выносные антенны соединяются со считывателем коаксиальным кабелем.

Беспроводная система сбора информации о пожарной опасности в судовых помещениях будет состоять из множества однотипных узлов, подобных представленному на рис. 2.

Собранная стационарным считывателем информация о кодах идентификаторов, попавших в зоны контроля, передается по стандартному интерфейсу RS-485 в блоки сбора информации и далее поступает в прибор обработки и представления данных системы контроля или сигнализации.

Объем информации, передаваемый от одного типового узла, зависит от количества идентификаторов в зоне контроля. Так, при наличии 200 идентификаторов объем передаваемой информации не превысит 5 Кбайт.

В итоге можно сделать вывод, что для беспроводной передачи информации от датчиков и сигнализаторов к аппаратуре обработки и представления информации в судовых системах пожарной сигнализации целесообразно использовать технологию радиочастотной идентификации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барсуков В.С., Пономарев А.А. Беспроводные технологии «последнего дюйма». Бюро научно-технической информации. <http://www.bnti.ru/showart.asp>
2. Harvesting Power from Ambient Energy March 24, 2011. [siemens.com/press](http://www.siemens.com/press). <http://www.siemens.com>.
3. Vibration-powered Generators Replace AA, AAA Batteries. Peter Clarke. July 19, 2010. Microwave Engineering Europe. <http://www.electronics-eetimes.com>. ■

- Информационно-поисковая система -

К  **рабел.ру**

Судостроение. Судостроение. Судоремонт.

ЧЕСТНО О СУДОСТРОЕНИИ

Внедрение современных навигационных систем и технологий на внутренних водных путях (ВВП) Российской Федерации служит решению серии жизненно важных экономических и социальных вопросов, а также вопросов безопасности в масштабах отрасли и страны. В ряду целей, достигаемых с помощью разработки и практической эксплуатации инновационных программно-аппаратных комплексов, работ по картографированию на ВВП можно назвать:

- рост безопасности судоходства, сокращение числа аварий и чрезвычайных ситуаций;
- повышение провозной способности флота, интенсивности судоходства по рекам, рост экономической эффективности речных перевозок, в том числе за счет возможности плавания в условиях ограниченной видимости;
- централизация служб мониторинга и обеспечение постоянного контроля за судовой обстановкой;
- перспектива интеграции ВВП Российской Федерации в европейское водно-транспортное пространство.

Сегодня перед страной стоит грандиозная задача по картографированию всей сети ВВП (около 100 тыс. км рек). Ее выполнение станет первым и базовым этапом на пути внедрения современных навигационных технологий в сфере речного судоходства. Стоит обратить внимание на то, что для реализации этой задачи ЗАО «Транзас» за несколько лет была подготовлена мощная программно-аппаратная база, позволяющая теперь выполнять работы по картографированию быстро и эффективно, на уровне, сравнимом с лучшими международными образцами. Прототипом основного документа, регламентирующего работу в этом направлении, стала подпрограмма «Внутренние водные пути» Федеральной целевой программы «Модернизация транспортной системы России (2002–2010 годы)». Основоположающим же стало Постановление Правительства Российской Федерации от 20 августа 2001 г. № 587 «О федеральной целевой программе «Глобальная навигационная система». С опорой на нее была создана ОКР «Карта-Река», в которой ЗАО «Транзас» выступает головным исполнителем с 2003 г.

Логичным продолжением деятельности Правительства РФ в этой области стал Приказ Министерства экономического развития РФ (Минэкономразвития России) от 4 октября 2010 г. № 466 «Об утверждении Положения о ведомственном картографо-геодезическом фонде Федерального Агентства морского и речного транспорта и перечня материалов и данных, включенных в ведомственный картографо-геодезический фонд Федерального агентства морского и речного транспорта».

ЗАО «Транзас» на сегодняшний день подготовлена технологическая база для реализации целей и задач этого документа.

«ТРАНЗАС» В ФЕДЕРАЛЬНОЙ ЦЕЛЕВОЙ ПРОГРАММЕ «ГЛОБАЛЬНАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА»

*М.И. Исмагилов, канд. техн. наук, доцент, нач. отдела,
Н.В. Осадчук, ведущий инженер-картограф,
Е.А. Ратнер, нач. отдела, ЗАО «Транзас»,
Е.В. Трофимов, первый зам. ген. директора ЗАО «Транзас Москва»,
контакт. тел. (812) 325 3131*

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ ЗАО «ТРАНЗАС» ПО ТЕМЕ «КАРТА-РЕКА» 2007–2011 ГГ.



УЧАСТНИКИ РАБОТ



«ДЕЛЬТА» – ЕДИНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РУСЛОВЫХ ИЗЫСКАНИЙ, ПУТЕВЫХ РАБОТ, СОСТАВЛЕНИЯ (КОРРЕКТУРЫ) И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭНК ВВП

(см. «Морской вестник», 2012, №1(41), с. 52)

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ПРОМЕРНЫЙ КОМПЛЕКС (АПК)

АПК, базирующийся на ПК «ДЕЛЬТА-П», разработан для производства гидрографических работ на реках и водохранилищах с целью автоматизированного сбора и обработки батиметрических и геодезических данных для составления и корректуры электронных карт ВВП. Комплекс обеспечивает решение следующих задач:

- обследование состояния пути с начала навигации для выявления наиболее затруднительных участков и определения очередности их работки;
- выполнение первичных, повторных и контрольных русловых съемок, необходимых для проектирования путевых работ;
- выполнение русловых съемок и их камеральной обработки, необходимых для составления и корректуры карт внутренних водных путей и схем судовых ходов;
- составление паспортов перекаатов;
- составление планов участков, полу-

ченных изыскательскими русловыми партиями в период навигации;

- создание и сгущение аналитической планово-высотной геодезической сети;
- подготовка цифровых данных для изготовления и корректуры ЭНК в стандарте S-57 в соответствии с РД-152-012-01;
- поиск и локализация подводных и донных объектов, подводных кабелей, трубопроводов и т.п.

АПК ЗАО «Транзас» имеет сертификат Российского Речного Регистра от 30 июля 2007 г. № 29-06-3.10.1.

С 2003 по 2011 г. создано 3 модификации комплекса и установлено 98 комплектов оборудования.

СУДОВОЙ ОБСТАНОВОЧНЫЙ КОМПЛЕКС (СОК)

СОК предназначен для сбора и обработки навигационной и гидрографической информации при производстве путевых работ на ВВП в целях контроля состояния судовых ходов и их навигационного ограждения для осуществления навигационно-гидро-

графического обеспечения безопасности плавания на ВВП и корректуры электронных навигационных карт. СОК, включающий ПК «ДЕЛЬТА-О», обеспечивает автоматизированное проведение полного цикла мероприятий при производстве путевых работ на заданном участке водной акватории, в том числе:

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

Разработанный унифицированный ряд судовых обстановочных комплексов, состоящий из 6 различных модификаций аппаратно-программных средств, позволяет по желанию потребителя подобрать оптимальный состав комплекса в зависимости от специфики путевых условий, решаемых задач и технических требований.

С 2009 по 2011 г. установлено 15 комплектов оборудования на судах 4 бассейновых управлений.

СИСТЕМА КООРДИНИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕМ (СКУП)

Система создана на основе технологии АПК, унифицирована с ним по программно-аппаратным средствам и является элементом в составе автоматизированного рабочего места багера (АРМ-Б) для позиционирования земснаряда на прорези при навигационно-гидрографическом обеспечении дноуглубительных работ. Ядром СКУП является программный комплекс «ДЕЛЬТА-Д».

Задачами СКУП являются:

- трассирование эксплуатационных землечерпательных прорезей, вынос их в натуру;
- составление укрупненных планов прорезей и подсчет объемов дноуглубительных работ;
- позиционирование и ориентация земснаряда на прорези на основе использования аппаратуры СНС ГЛОНАСС\GPS;
- контроль основных параметров при работе земснаряда в режиме реального времени;
- выработка рекомендаций оператору по перемещению якорей и изменению длины швартовых тросов для перемещения земснаряда в заданную точку;

- подготовка цифровых данных для корректуры ЭНК в стандарте S-57 в соответствии с РД-152-012-01.

В 2011 г. изготовлено 3 опытных образца СКУП. Всего изготовлено 4 комплекта оборудования.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА УРОВНЯ РЕК (СМ-У)

СМ-У предназначена для повышения достоверности и точности учета фактического уровня реки при проведении гидрографических и путевых работ, обеспечения безопасности судоходства. Система обеспечивает автоматизированный сбор, хранение и передачу информации о колебаниях уровня в диспетчерский пункт. В перспективе технология СМ-У предполагает включение в сеть нескольких мобильных уроченных постов, объединенных в единую систему мониторинга уровней.

В 2011 г. разработан и введен в эксплуатацию в ГБУ «Волгобалт» первый опытный образец комплекса.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СРЕДСТВ НАВИГАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ (СМ-СНО)

СМ-СНО предназначена для создания безопасных условий плавания судов, а также обеспечения информацией судоводителей о состоянии и изменении путевых условий.

СМ-СНО устанавливается на плавучие предостерегающие знаки, стационарные наземные знаки и другие средства навигационного оборудования для указания и обозначения судового хода на реках, каналах, водохранилищах, озерах, а также ограждения отдельных навигационных опасностей. Дальность видимости, характеристика проблескования и цвет огня светооптических аппаратов определяются в соответствии с нормативной документацией по ГОСТ 26600–98 «Знаки навигационные внутренних судоходных путей».

Комплекс обеспечивает решение следующих задач:

- автоматизированное получение информации о состоянии оборудования по радиоканалам в реальном масштабе времени;
- обеспечение заданной дальности видимости СНО;
- контроль работоспособности и местоположения СНО.

В 2010 г. разработан, прошел натурные испытания и введен в эксплуатацию в ГБУ «Волгобалт» первый опытный образец комплекса.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЦИФРОВОЙ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ВВП РФ (АСР ЦКИ)

АСР ЦКИ разработана для автоматизации процессов сбора, хранения,

распространения, тиражирования и защиты ЭНК внутренних водных путей включая процедуры их периодической корректуры.

Структурно АСР ЦКИ включает в себя трехуровневый комплекс технических и программных средств, расположенных на объектах Росморречфлота (см. «Морской вестник», 2012, №1 (41), с. 53).

В 2011 г. АСР ЦКИ введена в эксплуатацию и принята для серийного производства

Основной задачей АСР ЦКИ является повышение эффективности обеспечения потребителей цифровой картографической информацией и электронными документами. Решение указанной задачи достигается за счет автоматизации функций накопления цифровой картографической и документальной информации, автоматического предоставления их пользователю по поступающим запросам, применения современных средств автоматизации, автоматизации обмена данными между центрами обеспечения ЦКИ и потребителями цифровой картографической информации и электронных документов.

Основные функции Отраслевого центра:

- защита ЭНК ВВП от несанкционированного копирования и тиражирования;
- ведение, поддержание и обновление электронного каталога ЭНК ВВП;
- формирование и поддержание базы данных и корректуры ЭНК ВВП;
- обработка заявок на ЭНК ВВП от потребителей и выдача лицензий;
- тиражирование и распространение релизов ЭНК ВВП на CD;
- ведение базы данных счетов потребителей и системы учета платежей.

Основные функции Регионального центра:

- ведение, поддержание и обновление электронного каталога ЭНК ВВП;
- формирование и поддержание базы данных и корректуры ЭНК ВВП,
- передача готовых ЭНК в госкартфонд и отраслевой центр;
- обработка заявок на ЭНК ВВП от потребителей ГБУ и передача их в Отраслевой центр (ОЦ);
- передача заявок потребителей ЭНК в ОЦ;
- получение обработанных заявок ОЦ с передачей их потребителям ЭНК. *Пользовательский уровень:*
- формирование запросов на поставку ЭНК и корректуры;
- получение разрешений или лицензий на работу с ЭНК, получение ЭНК и корректуры;
- передача разрешений потребителям или дешифрирование ЭНК.

ОЦИФРОВКА РЕТРОСПЕКТИВНЫХ ДАННЫХ

Оцифровка и дальнейшая обработка ретроспективных данных является важным элементом процесса создания ЭНК ВВП. Вся информация, получаемая от ГБУ и других источников, проходит тщательный анализ на полноту и актуальность. Картографическая информация приводится в масштаб, проекцию и систему координат, необходимые для построения ЭНК. В заключении производится оцифровка полученных ретроспективных данных, сравнение их с результатами проведенной съемки рельефа дна и топогеодезической съемки береговой полосы, размещение необходимой информации в создаваемых электронных картах.

Перечень ретроспективной информации, используемой ЗАО «Транзас» при создании ЭНК ВВП, приведен на схеме.

Оцифровка ретроспективных данных		
<p>Атласы (карты)</p> <p>Кол-во документов: более 4900 листов</p>	<p>Ведомости координат объектов (средства навигационного ограждения, мосты, глубины и др.)</p> <p>Кол-во документов: более 200</p>	<p>Лоции</p> <p>Кол-во документов: более 70</p>
<p>Фотоснимки</p> <p>Кол-во документов: более 500</p>	<p>Схемы</p> <p>Кол-во документов: более 60</p>	<p>Информация от судоводителей, управлений Росгидромета и других организаций</p>

- прием и обработка исходных карт-материалов и результатов русловых изысканий;
- создание, верификация и оплачивание ЭНК ВВП, создание корректур;

ГИДРОГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ НА ВВП

Гидрографические работы на реках, каналах и водохранилищах являются основным источником достоверной и

оперативной информации для создания ЭНК. Проведение работ, особенно в регионах Сибири и Дальнего Востока, осложнено объективными трудностями: коротким периодом навигации, удаленностью районов съемки от необходимой инфраструктуры, отсутствием транспортной доступности, тяжелыми погодными условиями и др.

Комплексные гидрографические работы, выполненные ЗАО «Транзас» и другими участниками в рамках ОКР, проводились согласно требованиям международных и национальных нормативно-технических документов по следующим направлениям:

Геодезическая подготовка района работ. С помощью геодезического оборудования, входящего в состав АПК, создавалась съемочная плановая (аналитическая и геометрическая) и высотная сеть. На основе созданной сети опорных геодезических пунктов осуществлялась привязка уровневых постов, реперов и других объектов, необходимых для качественного проведения промеров.

Определение «нуля глубин» (проектного уровня). Для обеспечения передачи нуля глубин с постоянных уровневых постов последовательно на все участки реки, характеризующиеся различными величинами уклона водной поверхности, выполнялось:

- сгущение сети постоянных уровневых постов путем выставления дополнительных постов;
- определение по всей длине реки мгновенной уровневой поверхности (срезки глубин). Результаты проведенных работ русловыми изыскательскими партиями свидетельствуют о необходимости увеличения количества постоянных уровневых постов и оснащения их современными автоматизированными системами измерения уровня воды.

Съемка рельефа дна выполнена на 40 213 км ВВП России.

Съемка рельефа дна является основным видом гидрографических работ, дающим информацию для картографирования рек. В задачи проведенных съемок входило:

- изучение рельефа речного русла;
- обнаружение и обследование подводных опасностей;
- отыскание безопасных для плавания судовых ходов;
- выявление участков реки, пригодных для оборудования гаваней, якорных стоянок и строительства гидротехнических сооружений.

Применение для съемки рельефа дна автоматизированных промерных комплексов (АПК) позволило существенным образом сократить трудоемкость и уменьшить затраты сил, средств и вре-

мени на выполнение и обработку результатов съемочных работ для составления ЭНК ВВП.

Гидрографическое траление проводилось с использованием гидролокаторов бокового обзора (ГБО), входящих в состав АПК. Траление осуществлялось в районах, имеющих важное навигационное значение, и решало следующие задачи:

- установление возможности безопасного плавания судов с определенной осадкой в пределах судового хода (фарватера);
- обнаружение подводных камней, банок, скал и других навигационных опасностей;
- выявление наименьших глубин на судовом ходу (фарватере);
- контроль качества дноуглубительных работ.

Топографическая съемка береговой полосы проводилась с помощью геодезических приемников СНС ГЛОНАСС/GPS, входящих в состав АПК. В 2010 году впервые для этих целей была использована информация космической съемки акваторий рек и прилегающих территорий с удалением от береговой линии не менее 1500 м. При этом объектами топографической съемки береговой полосы для составления ЭНК ВВП являлись:

- урез воды;
- сооружения на берегу и воде;
- пути сообщения, линии связи и электропередач.

Сбор сведений для лоции осуществлялся в период производства промера, при этом проводилось всестороннее изучение района работ с целью выявления и сбора лоцийных сведений.

Обработка материалов съемки и оформление отчетных документов. Для достижения максимальной точности, достоверности и полноты отображения характеристик обследованного района на отчетных планшетах и полноценного анализа полученной информации произведена обработка результатов полевых измерений и наблюдений. Обработка материалов съемки производилась непосредственно в полевой период и продолжалась в местах базирования русловых партий. Все работы по съемке завершились составлением отчетного планшета (составительского оригинала карт ВВП). Совмещение отчетных планшетов русловых съемок рельефа дна и навигационных объектов и ортофотопланов береговой линии и объектов является достаточным для составления ЭНК.

КОСМОСЪЕМКА ДЛЯ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ

Обработанные космоснимки (ортофотопланы) имеют важное значение для

составления высококачественных ЭНК ВВП. Ортофотопланы позволяют определить положение и нанести на ЭНК надводные и береговые объекты, имеющие навигационное значение, в том числе: береговую линию, навигационные ориентиры, населенные пункты, гидротехнические сооружения, положение боковых притоков реки и т. д.

При выполнении ОКР космическая съемка включала в себя следующие виды работ:

- разработку методики и формирование полигонов, подлежащих космическому картографированию, с использованием архивных материалов космических съемок;
- отбор архивных материалов панхроматической и мультиспектральной космической съемки сверхвысокого разрешения;
- получение новой съемки на участки (полигоны), не обеспеченные архивными материалами;
- фотограмметрическую обработку материалов космических съемок (создание ортофотопланов в системе координат WGS-84);
- контроль точности и коррекция ортофотопланов по информации об объектах навигационного значения.

Следует отметить, что на полигоны, не покрытые архивными снимками (более 34 тыс. км²), компания «Транзас» выполнила новую космическую съемку.

Проведена космосъемка для картографических целей на 118 000 км² ВВП России.

НАДВОДНАЯ ЛАЗЕРНАЯ СЪЕМКА

В сентябре 2011 г. выполнены работы по мобильному лазерному сканированию (надводной лазерной съемке) и построению 3D-моделей сложных в навигационном отношении участков Северо-Двинской шлюзованной системы общей протяженностью 20 км.

В результате, по данным системы лазерного сканирования, были созданы уравненные трехмерные «облака точек», на основе которых были построены трехмерные цифровые модели местности и топографические планы масштаба 1:500 – 1:2000.

Обработка и анализ полученных данных лазерного сканирования используются в решении следующих задач:

- создание планов прибрежной зоны для последующего формирования ЭНК;
- построение 3D моделей сложных гидротехнических сооружений (шлюзы, плотины, мосты и т.д.);
- построение 3D моделей сложных в навигационном отношении участков водных путей;

- точное и быстрое сравнение истинных геометрических характеристик гидротехнических сооружений и средств инженерной защиты с запроектированными параметрами;
- прогнозирование возможных зон затоплений на основе высокоточной ЦМР.

Проведена лазерная съемка сложных в навигационном отношении участков суммарной протяженностью 20 км

СОЗДАНИЕ ЭНК ВВП

Формирование единого электронного картографического покрытия для плавания по ВВП на основе составления электронных навигационных карт и современных средств их создания и корректуры, несомненно, способствует и будет способствовать повышению эффективности навигационно-гидрографического обеспечения условий плавания на ВВП и росту уровня безопасности судоходства.

Процесс составления электронных навигационных карт ЗАО «Транзас» включал в себя:

- составление технического задания на кодирование серии электронных карт – на весь водный путь или его часть;
- приведение исходных картографических материалов в масштаб, проекцию и систему координат (WGS-84) составляемых карт, регистрацию материалов в программе-редакторе электронных карт;
- кодирование, проверку и исправление модельной карты – типичной по содержанию для всей серии карт;
- кодирование всей серии карт в формате S-57 МГО с использованием модельной карты в качестве образца;
- авторскую корректуру карт (проверку карт оператором-составителем);
- проверку карт «во вторую руку»;
- проверку карт ведущим картографом-редактором;
- камеральную проверку карт начальником картографической службы;
- оплачивание электронных навигационных карт.

Созданные ЗАО «Транзас» ЭНК пригодны для хранения и корректировки в виде баз данных (в будущем – в картфонде ВВП РФ), а также для распространения в системе АСР ЦКИ.

Создано электронно-картографическое покрытие 40 213 км ВВП России.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ ГБУ

Силами сотрудников ЗАО «Транзас» за период с 2007 по 2011 г. была организована на регулярной основе техническая подготовка более 400 специалистов ГБУ, направленная на скорейшее внедрение автоматизированных технологий в практику руслowych изысканий. Особое внимание при подготовке специалистов уделялось вопросам грамотной и профессиональной эксплуатации и технического обслуживания аппаратно-программных средств, входящих в состав автоматизированных комплексов, а также получению ими необходимых практических навыков по выполнению руслowych съемок и обработке навигационно-гидрографической информации с применением новейших компьютерных технологий.

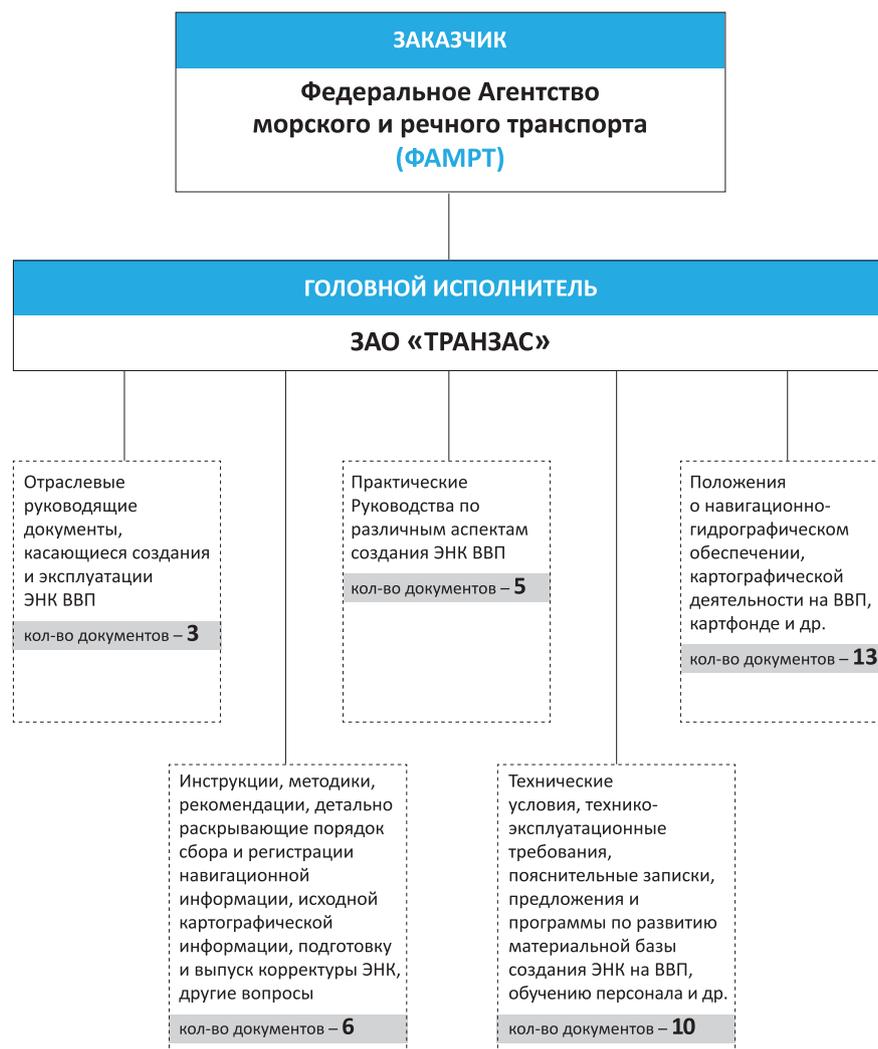
Подготовка осуществлялась как на базе ЗАО «Транзас» (г. Санкт-Петербург), так и в местах базирования руслowych изыскательских партий ГБУ.

Важное внимание уделялось дистанционным способам консультативной и технической поддержки специалистов руслowych партий по сети Интернет и телефону.

В результате в кратчайшие сроки был подготовлен технический персонал 15 ГБУ и ФГУП «Канал им. Москвы», что обеспечило возможность качественного выполнения всего заданного объема гидрографических работ.

УЧАСТИЕ В РАЗРАБОТКЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

С 2004 по 2011 г. специалисты ЗАО «Транзас» принимали участие в разработке нормативно-технической документации в сфере создания и эксплуатации ЭНК ВВП, навигационно-гидрографического обеспечения плавания судов на ВВП и др. В результате проделанных работ было подготовлено около 30 проектов стандартов и руководящих документов. ■



Концепцией реформирования предприятий, подведомственных Минобороны России, определены основные пути, механизмы и этапы этого процесса [1]. Результатом первого этапа реформирования должно быть перераспределение функций Минобороны России по управлению подведомственными предприятиями на основе совершенствования системы управления федеральным имуществом. В связи с этим представляется актуальным рассмотрение целесообразных путей структуризации предприятий навигационного приборостроения.

Производственный комплекс подведомственных Минобороны России предприятий в области навигационного приборостроения, обслуживания и ремонта включает ряд предприятий, в том числе реорганизуемые ОАО «ГНИНГИ», ОАО «18 СКТБ ВМФ», ОАО «780 РЗ ТСК» и ОАО «СКАТ-28 ВЗ», входящие в состав ОАО «Ремвооружение».

ОАО «ГНИНГИ» является головной научно-исследовательской организацией, ответственной за обоснование и разработку технической политики в области навигации, морской картографии, океанографического обеспечения обороны и экономики страны;

ОАО «18 СКТБ ВМФ» – головная организация в Минобороны, выполняющая проектные и конструкторские работы по развитию навигационного оборудования, удовлетворению потребностей экономики и обороны страны в средствах навигационного оборудования

«780 РЗ ТСК» – головной исполнитель работ по сервисному обслуживанию морских средств навигации и океанографии (МСНиО) кораблей и судов ВМФ РФ, осуществляет модернизацию отдельных приборов и систем навигационных комплексов и комплексов морских средств навигации, внедряет свои разработки на кораблях и судах ВМФ;

ОАО «СКАТ-28 ВЗ» – ведущее предприятие по объему производства и качеству выпускаемой продукции: противопожарного оборудования для ВМФ, средств спасения на воде, средств и оборудования подводно-технических работ; водолазной техники и навигационного оборудования.

Эти предприятия преобразованы в открытые акционерные общества в 2009 г. в соответствии с Указом Президента РФ и постановлением Правительства РФ [2, 3]. Преобразование привело к необходимости адаптации их деятельности к рыночным отношениям.

В настоящее время в ОАО «Ремвооружение» в соответствии с планом-

О РЕОРГАНИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ НАВИГАЦИОННОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ, ПОДЧИНЕННЫХ МИНОБОРОНЫ РОССИИ, И ПЕРСПЕКТИВАХ ИХ РАЗВИТИЯ

*С.П. Алексеев, д-р техн. наук, проф., президент,
С.Б. Курсин, канд. техн. наук, ген. директор, ОАО «ГНИНГИ»,
О.А. Гуляев, ген. директор ОАО «Ремвооружение»,
контакт. тел. (812) 322 2113*

графиком мероприятий по реорганизации ДЗО (дочерних зависимых обществ), входящих в структуру ОАО «Оборонсервис» (утвержденного министром обороны РФ 16 сентября 2011 г.) осуществляется дальнейшее совершенствование их деятельности, сохранение и развитие научного и производственного потенциала.

Проводимые мероприятия имеют целью улучшение современного состояния навигационно-гидрографического обеспечения (НГО) морской деятельности, которое является важной составляющей оборонной и экономической деятельности на море.

Основные направления НГО этой деятельности:

- разработка, производство, эксплуатация, ремонт и техническое обслуживание морских средств навигации и океанографии (МСНиО);

- оборудование побережья и морских путей средствами навигации в целях обеспечения безопасности мореплавания;

- создание на современном уровне морских навигационных карт и пособий с учетом поддержания гидрографической изученности в соответствии с требованиями действующих норм и стандартов, их производство и распространение;

- исследование физических полей Мирового океана с целью повышения эффективности военно-морской и научной деятельности, а также морских перевозок;

- информационное обеспечение объектов морской деятельности.

Современное состояние НГО получило оценку на заседании Научно-

экспертного совета (НЭС) Морской коллегии при Правительстве РФ от 16.12.2010 г. (протокол № 3(318)). Было отмечено, что проблемы НГО морской деятельности РФ носят системный характер главным образом в связи с недостатком финансирования. За последние два десятилетия произошло разрушение технологических цепочек производства геоинформационных ресурсов и воспроизводства инфраструктуры НГО, падение уровня управляемости и международного престижа России в сфере навигационно-гидрографического обеспечения морской деятельности. Устаревание имеющихся информационных ресурсов и сокращение гидрографических и океанографических работ по исследованию морских акваторий привело к несоответствию количественных и качественных показателей НГО морской деятельности национальным и мировым стандартам по пространственному охвату, доступности, целостности, точности и достоверности результатов. Это сделало невозможным поддержание в требуемом состоянии национальной коллекции морских карт и фондов государственных геоинформационных данных. Изученность морей и океанов, в том числе морских пространств, находящихся под суверенитетом и юрисдикцией России, снизилась до критического уровня. Свернуты необходимые научные исследования. Фактически прекращено воспроизводство кадрового и производственного потенциалов, что предопределило технологическую деградацию инфраструктуры системы НГО. Изменилось и состояние системы сервисного обслуживания морских

средств навигации и океанографии, включающего мониторинг их технического состояния, оперативное восстановление, текущий ремонт с периодичностью, определяемой нормативно-технической документацией, а также поддержание морских средств навигации и океанографии (МСНиО) в установленной степени готовности к использованию по назначению.

До 2009 г. техническое обслуживание и ремонт МСНиО обеспечивала Гидрографическая служба ВМФ (ГС ВМФ), сокращение состава которой существенно ограничило возможности решения стоящих задач.

В настоящее время система сервисного обслуживания и ремонта МСНиО в силу объективных причин (произошедшего реформирования гидрографических служб флотов, низких заработных плат работников) в значительной степени утратила квалифицированные кадры специалистов-ремонтников. Продление назначенных показателей ресурса и срока службы средств организовано на основе, не имеющей под собой научной базы. Их ремонт, как правило, ведется по устаревшей ремонтной документации. Обоснованные методики по продлению назначаемых показателей МСНиО фактически отсутствуют. Планирование сервисного обслуживания и ремонта МСНиО осуществляется путем экспертной оценки.

Для улучшения сложившейся ситуации были подготовлены предложения и начата реализация комплекса мероприятий по приведению показателей НГО в соответствие с национальными и мировыми стандартами, повышению уровня управления и международного престижа России в области НГО [4].

Стратегической задачей сегодняшнего дня в области сервисного обслуживания МСНиО является адаптация существующей в Минобороны системы технического обслуживания, ремонта и снабжения к особенностям рыночных отношений.

В соответствии с требованиями приказа министра обороны РФ от 6 апреля 2010 г. № 320 «О Концепции адаптации системы обслуживания и ремонта вооружения и военной техники к новому облику Вооруженных Сил Российской Федерации» основным субъектом должен стать субхолдинг ОАО «Ремвооружение», предприятия которого должны вести периодический (по согласованному с Минобороны России плану) мониторинг технического состояния ВВТ с последующим сервисным обслуживанием и ремонтом собственными выездными бригадами и обособленными подразделениями в местах дислокации сил, а также специалистами предприятий-соисполнителей на договорной основе.

По оценке специалистов, реализация указанных предложений обеспечит существенное повышение экономической эффективности ремонтного блока производственного комплекса ОАО «Оборонсервис» за счет концентрации ресурсов, централизации управления при комплексном предоставлении услуг по навигационно-гидрографическому обеспечению морской деятельности.

Предусмотренный Концепцией Минобороны РФ высокий и никогда ранее в России не достигавшийся уровень решения задач сервисного обслуживания МСНиО требует создания специальной сервисной инфраструктуры, позволяющей достигнуть оптимального сочетания территориальных и отраслевых центров обслуживания и ремонта.

В этих условиях по степени владения информацией о реальном положении дел, наличию научного потенциала, методически подготовленных кадров, связей с предприятиями промышленности – разработчиками и изготовителями МСНиО, подразделениями штурманских и гидрографических служб флотов роль отраслевого центра наиболее эффективно могло бы сыграть ОАО «ГНИНГИ».

На основе создаваемой инфраструктуры может быть предложена следующая организация сервисного обслуживания МСНиО (рис. 1).



Рис. 1. Предлагаемая организация сервисного обслуживания МСНиО

Региональные сервисные подразделения по месту базирования кораблей и судов ВМФ в соответствии с документацией предприятий-изготовителей осуществляют:

модернизация, утилизация и разделка на лом драгоценных и цветных металлов списанных МСНиО, а также обеспечение готовности к выполнению мобилизационных мероприятий.

способствовать повышению эффективности управления сервисным обслуживанием МСНиО и СНО в 2 раза, снижению затрат – в 2–3 раза (рис. 2).



Рис.2. Эффекты от объединения предприятий навигационного приборостроения

- организацию предремонтного освидетельствования, ввод в эксплуатацию МСНиО, поступающих на корабли и суда, а также проверку качества их ремонта, доработок и модернизации;

- систематическую диагностику изделий непосредственно на кораблях и судах, участие в периодических регламентных проверках техники;

- учет технического состояния и полноты технического обслуживания каждого изделия на протяжении жизненного цикла от начала эксплуатации до утилизации;

- работы по техническому обслуживанию МСНиО;

- текущий, средний и организацию капитального ремонта штурманской материальной части;

- заказ предприятиям промышленности запасных и расходных материалов (на основе анализа наличия и прогнозирования расходования) и расчеты надежности, потребностей и в соответствии с выявленными неисправностями;
- организацию системы логистических складов и транспортное обеспечение работ.

Кроме непосредственных работ с техникой им может быть поручена организация работы в регионах обособленных подразделений и выездных бригад других предприятий промышленности,

При этом за органами военного управления ГС ВМФ сохранятся только функции по оперативному информированию о возникающих неисправностях, расстановке приоритетов при выполнении задач в условиях ограниченного финансирования или недостаточного наряда сервисных сил и контроля качества работ.

Начатое в настоящее время объединение научно-технического, проектного, производственного потенциалов ОАО «ГНИНГИ», ОАО «18 СКТБ», ОАО «780 РЗ ТСК» и «ОАО «СКАТ-28 ВЗ» (субхолдинг «Ремвооружение») [5] должно позволить на новом уровне вести разработку, сервисное обслуживание, ремонт, а в дальнейшем производство и утилизацию МСНиО и средств навигационного оборудования (СНО).

Характер проводимых мероприятий по совершенствованию организации управления и оптимизации предприятий навигационного приборостроения [6], входящих в структуру ОАО «Ремвооружение», обеспечивает единый технологический цикл разработки и производства новых морских средств навигации и океанографии, их ремонт, проведения испытаний и сервисного обслуживания

По оценке специалистов, предлагаемая реорганизация будет спо-

Объединение перечисленных выше предприятий навигационного приборостроения, по оценкам, позволит:

- сэкономить средства за счет сокращения дублирующих управленческих и обеспечивающих структур от 9 до 12 млн. руб. ежегодно;

- снизить себестоимость продукции на 7–9% (прогнозируемый годовой эффект от 17 до 32 млн. руб. ежегодно в зависимости от загрузки предприятий);

- привлечь кредиты без финансовых посредников по более низким процентным ставкам за счет увеличения объема капитализации при объединении предприятий;

- сгладить неравномерность бюджетного финансирования за счет более свободного маневра денежных средств;

в области удовлетворения потребности собственников:

- более качественно выполнять поставленные задачи;
- своевременно и равномернее удовлетворять запросы заказчиков;

в области кадровой политики:

- сохранить и наращивать научный и производственный квалифицированный персонал;

в области предметной деятельности:

– повысить жизнеспособность и устойчивость в условиях рынка;

– расширить уровень кооперируемых связей с взаимодействующими организациями;

в области нематериальных активов:

– направить консолидацию усилий на инновационную, исследовательскую и изобретательскую деятельность.

Дальнейшим развитием, на наш взгляд, станет формирование единого информационного пространства о состоянии природной среды Мирового океана. В настоящее время за обстановкой в Мировом океане ведут наблюдения, осуществляют сбор и обработку информации или заинтересованы в получении этой информации десятки различных ведомств и организаций. Для этого используются свыше десяти крупных комплексных информационных систем министерств и ведомств РФ, более 30 различных межведомственных и базовых систем и источников информации, требуемых для освещения и объективной оценки обстановки в Мировом океане.

Важнейшими задачами таких систем являются добытие, сбор, обработка, анализ, обобщение и отображение погодной и координатно-объектовой информации о надводной и подводной обстановке, архивной, научной и аналитической информации о Мировом океане в интересах органов государственного и военного управления РФ, а также министерств и ведомств, осуществляющих морскую деятельность.

Задача развития глобальных информационных систем, обеспечивающих морскую деятельность, Указом Президента РФ от 4 марта 2000 г. «О совершенствовании морской деятельности Российской Федерации», выделена в число приоритетных. Однако работы по созданию информационных систем ведутся по экстенсивному принципу. Ведомствами самостоятельно, без единого замысла и плана осуществляется развертывание систем, подразделений и технических средств освещения обстановки, измерений параметров природной

среды, наблюдения и контроля с целью обеспечения решения узковедомственных задач. При создании информационных систем используются различные научно-технические подходы и организационно-технологические решения. Для отображения информации используются картографические основы различных стандартов.

Отсутствие скоординированной организационно-технической политики приводит к тому, что действующие и разрабатываемые современные автоматизированные информационные системы технически несовместимы, отсутствует единый государственный информационный ресурс, происходит дублирование функций.

В этих условиях, Постановлением Правительства РФ от 12 августа 2010 г. № 619 определено, что «функционирование Единого центра данных океанографических и гидрографических исследований Мирового океана будет осуществляться на базе открытого акционерного общества «Государственный научно-исследовательский навигационно-гидрографический институт» и федерального бюджетного учреждения «280 Центральное картографическое производство» Министерства обороны Российской Федерации». Используя находящиеся в государственной собственности подведомственные Минобороны России морские картографо-геодезический, океанографический и геофизический фонды, а также соответствующие технико-технологические ресурсы ОАО «ГНИНГИ» и «280 ЦКП ВМФ», целесообразно создать «Центр картографического обеспечения морской деятельности», обеспечивающий подготовку, выпуск и распространение официальных унифицированных с международной системой координат WGS-84 бумажных и электронных морских карт, а также иной навигационно-гидрографической информации в интересах обеспечения национальной безопасности и плавания по морским путям.

Таким образом, концентрация научно-технического, проектного и производственного потенциалов ОАО «ГНИНГИ», ОАО «18 СКТБ», ОАО

«780 РЗ ТСК» и ОАО «СКАТ-28 ВЗ», а в дальнейшем и находящихся в государственной собственности подведомственных Минобороны России морских картографо-геодезических, океанографических и геофизических фондов в единую навигационно-гидрографическую структуру позволит успешно решать возложенные задачи в сфере ответственности Министерства обороны в соответствии с принятой стратегией развития морской деятельности Российской Федерации и существенно снизить нагрузку на федеральный бюджет за счет коммерческой реализации информационной и картографической продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Концепция реформирования организаций, находящихся в ведении Министерства обороны Российской Федерации, 2008 (утверждена министром обороны РФ 19 февраля 2008 г.).
2. Указ Президента Российской Федерации от 15 сентября 2008 г. № 1359 «Об открытии акционерного общества «Оборонсервис». Собрание законодательства Российской Федерации, 2008, № 38, ст. 4273.
3. Постановление Правительства от 22 ноября 2008 г. № 875 «О мерах по реализации Указа Президента Российской Федерации от 15 сентября 2008 г. № 1359 «Об открытом акционерном обществе «Оборонсервис». Собрание законодательства Российской Федерации, 2008, № 48, ст. 5623.
4. *Алексеев С.П.* Инновационное развитие системы навигационно-гидрографического обеспечения – важный фактор реализации стратегии совершенствования морской деятельности Российской Федерации. – Тр. VII Росс. науч.-техн. конфер. «НГО-2011». СПб, 2011, с. 24–39.
5. План-график мероприятий по реорганизации ДЗО (дочерних зависимых обществ) в структуру ОАО «Оборонсервис» в форме присоединения к субхолдингам или ДЗО, 2011 (утверждена министром обороны РФ 16 сентября 2011 г.).
6. Методические материалы по разработке программ инновационного развития акционерных обществ с государственным участием, государственных корпораций и федеральных государственных унитарных предприятий. Приложение к распоряжению Минэкономразвития России от 31 января 2011 г. №ЗР-ОФ. М., 2011, 38 с. ■

Рецензент: *П.Г. Бродский*,
д-р воен. наук, проф.

Длительное время рекомендации по обеспечению надводной непотопляемости поврежденной подводной лодки (ПЛ) в надводном положении опирались на использование известной «шатровой» диаграммы надводной непотопляемости.

В настоящей статье предложена концепция перспективной системы информационной поддержки командного состава ПЛ в ходе борьбы за надводную непотопляемость (СИП БНН), ориентированная на «прямой расчет» параметров безопасности, определяющих состояние поврежденной ПЛ и выработку рекомендаций по улучшению этого состояния при необходимости. Система обеспечивает информационную поддержку в условиях повседневной эксплуатации ПЛ (режим «Повседневный»), при боевых и аварийных повреждениях (режим «Боевой»), при боевой подготовке и обучении (режим «Учебный»).

Целями функционирования СИП БНН являются:

- повышение обоснованности принимаемых решений, освобождение от возможных субъективных ошибок, обусловленных сложными условиями эксплуатации поврежденной ПЛ;
- уменьшение времени принятия решений командованием ПЛ при повседневной эксплуатации и при борьбе за надводную непотопляемость;
- повышение безопасности плавания ПЛ путем более полной оценки ее состояния в условиях качки;
- подготовка личного состава.

Далее рассмотрим комплекс задач СИП БНН, в том числе:

- структуру и содержание входной и выходной информации;
- принципы оценки состояния поврежденной ПЛ;
- принципы формирования рекомендаций по спрямлению ПЛ.

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАДАЧ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ

1.1. Задачи режима «Повседневный»

Расчетная дифферентовка. Основное содержание задачи – выполнение расчета дифферентовки и выработка рекомендации по компенсации остаточной плавучести и избыточного дифферентуемого момента на основании анализа текущей нагрузки ПЛ и внешних условий.

Исходные данные для решения задачи: фактическое наличие на борту штатных и нештатных твердых и жидких грузов; внешние условия, в том числе плотность забортной воды.

Результатами решения задачи являются расчет потребного количества и

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА КОМАНДНОГО СОСТАВА ПОДВОДНОЙ ЛОДКИ ПРИ БОРЬБЕ ЗА НАДВОДНУЮ НЕПОТОПЛЯЕМОСТЬ

В.В. Антипов, д-р техн. наук, проф., зам. начальника отдела,
В.Ю. Бобровиц, д-р техн. наук, проф., директор по развитию и маркетингу,
 ОАО «Концерн «НПО «Аврора»,
Г.В. Лушин, канд. техн. наук, доцент,
Л.А. Рыжова, инженер,
С.Н. Соловьев, канд. техн. наук, начальник управления,
В.Б. Фирсов, д-р техн. наук, проф., ВМА им. адм. Н.Г. Кузнецова,
 контакт. тел. (812) 702 5946

распределения вспомогательного балласта, рекомендации по компенсации остаточной плавучести и избыточного дифферентуемого момента. Данные результаты и рекомендации по дифферентовке регистрируются на магнитном носителе. Файл последней по времени дифферентовки служит в качестве исходного при очередной дифферентовке или при первой оценке состояния поврежденной ПЛ.

Расчет посадки и остойчивости ПЛ при изменении ее нагрузки. Основное содержание задачи: на основании анализа изменений нагрузки ПЛ, водонепроницаемости надводного объема оценка состояния ПЛ и выработка рекомендации по ее безопасной эксплуатации.

Исходные данные для решения задачи: предполагаемое наличие на борту штатных и нештатных твердых и жидких грузов; предполагаемые изменения в нагрузке ПЛ; состояние водонепроницаемых закрытий непроницаемого корпуса; расположение вырезов в корпусе.

Результатами решения задачи являются расчет нагрузки, посадки и остойчивости ПЛ, параметров, характеризующих ее безопасность, в том числе возвышение кромок вырезов в прочном корпусе над ватерлинией; оценки состояния ПЛ и рекомендации по улучшению ее состояния.

Расчет создания больших дифферентов. Основное содержание задачи: на основании анализа последствий предполагаемых изменений нагрузки и состояния ЦГБ проверка возможности выноса на поверхность заданной на погруженной части ПЛ точки, оценка состояния ПЛ в наклонном положении.

Исходные данные для решения задачи: предполагаемая исходная нагрузка ПЛ, координаты точки на погруженной части ПЛ, предполагаемое состояние

закрытий непроницаемого корпуса; внешние условия и изменения в нагрузке ПЛ и состоянии ЦГБ.

Результатами решения задачи являются расчет нагрузки, посадки и остойчивости ПЛ; оценка возможности выноса на поверхность заданной точки; оценка параметров, характеризующих безопасность.

1.2. Задачи режима «Боевой»

Контроль текущего состояния поврежденной ПЛ. Основное содержание задачи: на основании анализа текущей нагрузки, состава затопленных отсеков и ЦГБ, аварийной посадки, внешних условий оценка состояния поврежденной ПЛ и выработка рекомендаций по ее спрямлению.

Исходными данными для решения задачи: данные о фактическом наличии на борту штатных и нештатных твердых грузов, жидких грузов, состоянии закрытий непроницаемого корпуса, внешних условиях (данные поступают из решения задачи последней во времени расчетной дифферентовки неповрежденной ПЛ); данные о составе поврежденных и затопленных отсеков и ЦГБ и типе их затопления; данные о текущей обстановке, включающие параметры фактической аварийной посадки поврежденной ПЛ, амплитудные значения бортовой и продольной качки на оба борта (на обе оконечности).

Исходные данные вводятся и корректируются оператором СИП БНН. При наличии связи с сервером комплексной системы управления техническими средствами (КСУ ТС) данные о затоплении отсеков и цистерн поступают от датчиков и сигнализаторов уровня воды в отсеках.

Результатами решения задачи являются расчет нагрузки, посадки, остойчивости и параметров, характеризующих

безопасность поврежденной ПЛ; оценка состояния поврежденной ПЛ, оценка достоверности введенного в СИП БНН варианта затопления отсеков; рекомендации по восстановлению запасов плавучести, остойчивости, уменьшению крена и дифферента.

Файл с данными решения задачи регистрируется на магнитном носителе и служит в качестве исходного при очередной оценке текущего состояния поврежденной ПЛ.

Оценка прогнозируемого состояния поврежденной ПЛ при планировании мероприятий по ее спрямлению. Основное содержание задачи: на основании анализа нагрузки, состава затопленных отделений и ЦГБ, внешних условий и планируемых мероприятий по спрямлению производится оценка состояния поврежденной ПЛ после спрямления и при необходимости выработка дополнительных рекомендаций по улучшению ее состояния.

Исходные данные для решения задачи: данные о нагрузке, составу затопленных отсеков и ЦГБ, внешних условиях при последнем решении задачи контроля текущего состояния поврежденной ПЛ; планируемых (предполагаемых) изменениях в нагрузке поврежденной ПЛ, включая состав и тип затопленных отсеков и ЦГБ, и мероприятиях по ее спрямлению, предполагаемые изменения внешних условий.

Результатами решения задачи являются расчет нагрузки, посадки, остойчивости и параметров, характеризующих безопасность поврежденной ПЛ; оценка состояния поврежденной ПЛ в целом и каждого параметра безопасности в частности; дополнительные рекомендации по улучшению состояния поврежденной ПЛ. Дополнительно производится оценка планируемых мероприятий по улучшению состояния поврежденной ПЛ с точки зрения их корректности, возможности реализации, времени осуществления и возможных последствий.

Оценка времени, остающегося до гибели поврежденной ПЛ. Основное содержание задачи: на основании анализа состояния поврежденной ПЛ при текущей оценке ее состояния, состояния ПЛ при предыдущей ее оценке и предполагаемого состава отсеков, в которые возможно поступление забортной воды, вычислить параметры, характеризующие состояние поврежденной ПЛ во времени, в том числе: время, остающееся до гибели поврежденной ПЛ.

Исходные данные для решения задачи: данные о нагрузке и состоянии поврежденной ПЛ при текущей оценке ее состояния; данные о нагрузке и состоянии поврежденной ПЛ при предыдущей оценке ее текущего состояния (передаются в решение задачи автоматически из решения последней по времени оценки

текущего состояния поврежденной ПЛ); предполагаемый состав отсеков и цистерн, в которые вероятно поступление забортной воды (вводится оператором СИП БНН, а поврежденные и затопленные отсеки и цистерны при последней по времени оценке текущего состояния поврежденной ПЛ передаются в решение задачи автоматически).

Результатами решения задачи являются время, остающееся до гибели поврежденной ПЛ, предельное количество забортной воды, поступление которой приведет ПЛ к гибели, эффективный запас плавучести.

Расчет водоизмещения по замерам осадок на марках углубления. Основное содержание задачи: по данным замеров осадки ПЛ по корабельным приборам и маркам углубления (осадкомерам) вычислить фактическую нагрузку (водоизмещение) ПЛ, объем забортной воды, принятой в результате повреждения ПЛ.

Исходные данные: данные о фактическом состоянии ПЛ, включая штатные и нештатные переменные твердые грузы, жидкие грузы, внешние условия, глубины в носу и в корме, плотность забортной воды (данные о фактическом состоянии нагрузки и внешних условиях передаются автоматически из последней по времени оценки текущего состояния поврежденной ПЛ и корректируются оператором с клавиатуры СИП БНН);

Вводятся также данные о фактической статической посадке ПЛ, в том числе осадке носом, кормой и на миделе по маркам углубления на обоих бортах; показания приборов замера статических углов крена и дифферента.

Вычисляются и оцениваются фактическое водоизмещение поврежденной ПЛ, объем влившейся забортной воды и другие параметры ПЛ.

Файл с данными решения задачи регистрируется на магнитном носителе и служит в качестве исходного при очередной оценке текущего состояния поврежденной ПЛ.

1.3. Задачи режима «Учебный»

Изучение особенностей надводной непотопляемости и спрямления поврежденной ПЛ. На основании анализа изучаемого варианта исходной нагрузки ПЛ перед повреждением, внешних условий и варианта повреждения оценивается состояние поврежденной ПЛ и, при необходимости, вырабатываются рекомендации по ее спрямлению.

На основании анализа изучаемого варианта спрямления оценивается состояние спрямленной ПЛ и вырабатываются дополнительные рекомендации по ее спрямлению.

Основной учебной целью оператора СИП БНН помимо изучения особенностей надводной непотопляемости ПЛ и ее

способности держать затопление тех или иных отсеков и ЦГБ, является сравнительная оценка эффективности различных мероприятий по спрямлению ПЛ при различных вариантах повреждений.

Исходные данные и результаты решения этой задачи – те же, что и при решении задачи прогноза для поврежденной ПЛ.

Спецификационные случаи повреждения ПЛ. «Спецификационные случаи повреждения ПЛ» содержат учебно-справочный материал из документации по непотопляемости ПЛ, в частности, из таблицы надводной непотопляемости (ТНН).

Оператор СИП БНН может выбрать вариант затопления из меню вариантов повреждения в ТНН, произвести расчет и получить информацию о состоянии поврежденной ПЛ при данном варианте затопления в объеме задачи оценки прогнозируемого состояния поврежденной ПЛ.

При этом оператор может дополнительно рассмотреть повреждение либо вариант спрямления, произвести расчет и получить данные, характеризующие состояние ПЛ для этого случая.

1.4. Входная и выходная информация задач обеспечения надводной непотопляемости ПЛ

Входная информация. Входная информация для функционирования комплекса задач по обеспечению надводной непотопляемости ПЛ состоит из двух частей: постоянных данных по ПЛ; переменной информации, отражающей конкретные условия для решения соответствующей задачи (рис. 1). Кроме того, программно обеспечен обмен данными между информационно зависимыми задачами.

Постоянные данные о ПЛ включают:

- данные о форме корпуса, водонепроницаемых отсеков, отделений и междубортного пространства, задаваемые координатами точек, располагаемых на ограничивающих их поверхностях;
- данные о функциональном назначении, устройстве и свойствах водонепроницаемых отсеков, отделений и цистерн;
- данные о штатных твердых и жидких грузах;
- общекорабельные данные (константы) и нормативные значения параметров, характеризующих безопасность ПЛ.

Переменная (оперативная) входная информация включает:

- данные о фактическом наличии боезапаса, продовольствия, жидких грузов, вспомогательного балласта, о массе и размещении нештатных твердых грузов; состоянии закрытий непроницаемого корпуса; о фактической посадке и поведении ПЛ на волнении;
- данные об осадках, определяемых по маркам углубления при решении за-

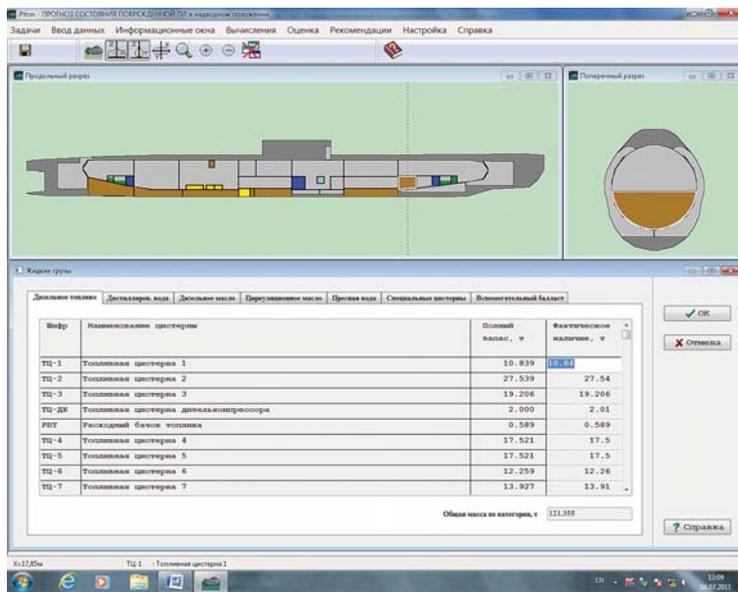


Рис. 1. Диалоговое окно ввода данных о жидких грузах

дачи расчета фактического водоизмещения ПЛ;

– данные о составе поврежденных и затопленных отсеков, ЦГБ и типе их затопления (отсеки и ЦГБ могут быть затоплены по ватерлинию, фильтрационной водой на заданный уровень, на заданный объем, под воздушную подушку, по показаниям датчиков уровня забортной воды в отсеках – при наличии связи с сервером КСУ ТС); затопление отсека может быть достоверно не установлено; типы затоплений учитываются особенностями алгоритмов;

– характеристики мероприятий по спрямлению ПЛ. При этом в СИП БНН предусмотрено использование следующих мероприятий: герметизация отсеков (заделка пробоин), осушение затопленного отсека, контрзатопление ЦГБ, продувание ЦГБ до пузыря, подача сжатого воздуха в поврежденный отсек, перекачка вспомогательного балласта.

Выходная информация представляет собой результаты решения задач обеспечения надводной непотопляемости и содержит четыре раздела:

- оценки состояния ПЛ в целом и каждого из параметров безопасности;
- рекомендации по спрямлению;
- оценки мероприятий по спрямлению;
- справочная информация.

Первый раздел содержит общую экспертную оценку состояния поврежденной ПЛ, таблицу элементов поврежденной ПЛ, оценки стабильности состояния ПЛ, оценки параметров, характеризующих безопасность состояния ПЛ, в том числе: запас плавучести, поперечную и продольную статическую остойчивость, углы крена и дифферента, запасы поперечной и продольной динамической остойчивости, минимальную глубину под корпусом; оценку достоверности варианта затопления ПЛ; оценку диаграмм

поперечной и продольной статической остойчивости;

Оценки состояния ПЛ формируются алгоритмически и выводятся оператору в форме информационных окон.

Второй раздел содержит первоочередные задачи спрямления, рекомендации по стабилизации поврежденной ПЛ, рекомендации по улучшению параметров, характеризующих безопасность состояния ПЛ.

Третий раздел представляет собой текстовые оценки назначенных мероприятий по спрямлению поврежденной ПЛ: корректность предложенных мероприятий, технические возможности осуществления каждого мероприятия корабельными средствами, время осуществления каждого назначенного мероприятия.

Вся информация с оценками мероприятий по спрямлению ПЛ формируется алгоритмически при выполнении соответствующих процедур.

Четвертый раздел содержит продольный и поперечный разрезы ПЛ, горизонтальный разрез, справочную информацию по отсекам (ЦГБ), вид ПЛ относительно поверхности спокойной воды.

2. ОСОБЕННОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАЧ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ

2.1. Расчет посадки и остойчивости свободно плавающей ПЛ

Алгоритм расчета посадки и остойчивости ПЛ для заданного варианта нагрузки, принятый в СИП БНН, основывается на методе последовательных приближений В. Г. Власова, позволяющем решать задачу с заданной точностью. При этом основное отличие алгоритма от традиционного метода В.Г. Власова состоит в том, что в СИП БНН не решается пространственная задача на базе системы трех уравнений равнове-

сия, а последовательно рассчитываются диаграмма поперечной статической остойчивости (ДСО) свободно дифференцируемой ПЛ и продольная ДСО при фиксированном угле крена, найденном при решении поперечной задачи. Поперечная и продольная ДСО рассчитываются по точным формулам в масштабе плеч, отнесенных к водоизмещению при нормальной нагрузке ПЛ.

2.2. Общие принципы оценки состояния ПЛ

Состояние поврежденной и неповрежденной ПЛ с точки зрения надводной непотопляемости в СИП БНН характеризуется совокупностью значений нескольких параметров. Наиболее опасное значение любого из параметров определяет состояние ПЛ в целом.

Состояние *неповрежденной ПЛ* в надводном положении удовлетворяет требованиям безопасной эксплуатации, если она статически удифференцирована, герметична и может эксплуатироваться без ограничений по плавучести и остойчивости (ПЛ готова к погружению).

Состояние *неповрежденной ПЛ* в надводном положении не удовлетворяет требованиям безопасной эксплуатации, если она статически неудифференцирована или негерметична. Такая ПЛ не готова к погружению, но может эксплуатироваться в надводном положении с ограничениями.

При необходимости создания больших наклонений или изменении нагрузки в СИП БНН принимается во внимание возвышение открытого водонепроницаемого закрытия или кромок выреза в прочном корпусе над уровнем ватерлинии. Состояние неповрежденной ПЛ становится опасным, если это возвышение уменьшается до критического (пологового) значения.

Состояние *поврежденной ПЛ* в надводном положении считается *удовлетворительным* (относительно безопасным), если оно стабилизировалось, его улучшение возможно, но не является обязательным, поскольку ни один из параметров безопасности не достиг опасного значения.

Состояние *поврежденной ПЛ* в надводном положении считается *опасным*, если хотя бы один из параметров безопасности достиг опасного значения и поэтому задача улучшения этого состояния становится обязательной (необходимо выполнять спрямление ПЛ). Состояние *поврежденной ПЛ* считается *опасным* и в том случае, если оно не стабилизировалось и значение хотя бы одного параметра приближается к опасному.

Под *критическим* (предгибельным) понимается такое состояние поврежденной ПЛ, при котором командир может принять решение об эвакуации экипажа в целом или той его части, которая не

участвует в борьбе за надводную непотопляемость.

2.3. Параметры безопасности поврежденной ПЛ

К параметрам, характеризующим безопасность поврежденной ПЛ в надводном положении, относятся запас плавучести, начальная поперечная остойчивость, углы крена и дифферента, запасы поперечной и продольной статической остойчивости, запасы поперечной и продольной динамической остойчивости, а также время, оставшееся до прогнозируемой гибели поврежденной ПЛ. Перечень этих параметров вытекает из анализа возможных причин гибели ПЛ, связанных с утратой ими надводной непотопляемости [2].

Запас плавучести (эффективный запас плавучести) характеризует то количество забортной воды, которое может принять поврежденная ПЛ до момента ее гибели. При относительно стабильном состоянии ПЛ в СИП БНН опасная и критическая величины запаса плавучести задаются в информационных массивах.

Начальная поперечная остойчивость увеличивает способность поврежденной ПЛ получать значительные крены при действии малых кренящих моментов. В СИП БНН опасное и критическое значения поперечной метацентрической высоты задаются в информационных массивах.

Угол крена, измеряемый корабельными приборами, является простым и наглядным параметром безопасности. Распространенная точка зрения на влияние угла крена на безопасность поврежденной ПЛ состоит в том, что поперечная остойчивость и угол крена для поврежденной ПЛ не являются определяющими. Тем не менее большие крены ухудшают условия использования оружия и технических средств, снижают жизнедеятельность личного состава, приводят к интенсификации процесса стравливания воздуха из воздушных подушек бескингстонных ЦГБ на волнении и появлению непродуваемых объемов.

В качестве опасного крена, т.е. крена, подлежащего уменьшению, в СИП БНН принимается меньший из кренов – угол входа в воду верхнего стрингера ЦГБ или пороговое его значение, задаваемое в информационных массивах. Там же определено значение критического угла крена.

Угол дифферента. Большие дифференты поврежденной ПЛ наиболее существенно влияют на запас плавучести (появляются непродуваемые объемы ЦГБ), запасы продольной статической и динамической остойчивости.

Опасный (подлежащий обязательному уменьшению) угол дифферента для поврежденной ПЛ в СИП БНН принят

таким, при котором в поврежденной оконечности в воду входит верхний стрингер крайней ЦГБ, т.е. опасное значение угла дифферента вычисляется в процессе расчета продольной ДСО. В качестве критических значений угла дифферента приняты нормы предельных углов дифферента для ПЛ с большим количеством БЦГБ и для ПЛ кингстонных. Значение критического угла дифферента задается в информационных массивах.

Запас динамической остойчивости характеризует потенциальную способность ПЛ выдерживать, не опрокидываясь, динамические наклонения под воздействием волнения моря или динамически приложенных внешних сил. Оценить запас динамической остойчивости поврежденной ПЛ – это значит оценить площадь под диаграммой статической остойчивости. В СИП БНН такая оценка выполняется при допущении, что при динамическом наклонении ПЛ совершает равнообъемное наклонение, т.е. диаграммы статической и динамической остойчивости рассчитываются при условии выполнения первого условия равновесия.

В СИП БНН при таком допущении запас динамической остойчивости оценивается с помощью коэффициента динамической безопасности (КДБ), который представляет собой отношение запаса динамической остойчивости (площадь 1 на рис. 2) к работе сил, увеличивающих кинетическую энергию наклонения ПЛ (площадь 2 на рис. 2), т.е. при динамическом продольном наклонении КДБ вычисляется по формуле

$$\text{КДБ}_\psi = \frac{\int_{\psi_p}^{\psi_0} M_\psi(\varphi) d\varphi}{\int_{\psi_0}^{\psi_p} M_\psi(\varphi) d\varphi}. \quad (1)$$

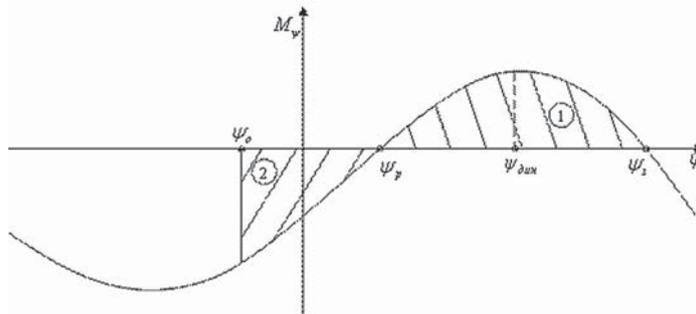


Рис. 2. Продольная ДСО при повреждении в носу

ψ_0 – амплитудное значение угла дифферента при качке на неповрежденную оконечность; ψ_p – равновесный статический угол дифферента; $\psi_{дин}$ – амплитудное значение угла дифферента при качке на поврежденную оконечность; $\psi_з$ – угол заката продольной ДСО.

Аналогично вычисляется КДБ и при поперечных наклонениях.

Опасные и критические значения КДБ при поперечных и продольных наклонениях задаются в информационных массивах.

Запас продольной (поперечной) статической остойчивости характеризует

способность ПЛ противодействовать продольным (поперечным) наклонениям. В СИП БНН запасы продольной и поперечной статической остойчивости принимаются с использованием их предельных значений $l_{\psi_{max пред}}$ и $l_{\theta_{max пред}}$, соответственно. Опасный и критический запасы продольной и поперечной статической остойчивости приводятся в информационных массивах.

Время, оставшееся до гибели поврежденной ПЛ, – один из самых важных параметров, характеризующих состояние поврежденной ПЛ. Ориентируясь на него, руководитель борьбой за надводную непотопляемость в значительной степени определяет общую стратегию борьбы за живучесть, в том числе принимает решение об эвакуации личного состава с гибнущей ПЛ.

Основная идея решения задачи определения времени, оставшегося до гибели ПЛ, в СИП БНН состоит в следующем: оператор вводит отсеки и ЦГБ, в которые по условиям развития аварии может и, вероятно, будет поступать забортная вода. В распоряжении оператора имеются данные, характеризующие текущее состояние поврежденной ПЛ в момент времени t , в том числе запас продольной статической остойчивости $l_{\psi_{max}}$, запас плавучести ω , объем влившейся забортной воды $v_{з.в.}$ и др. Кроме того, известны данные предыдущей оценки текущего состояния поврежденной ПЛ в момент времени t_1 , включая запас продольной статической остойчивости $l_{\psi_{max1}}$, запас плавучести ω_1 , объем влившейся воды $v_{з.в.1}$ и др.

Принимается допущение, что интенсивность поступления забортной воды в отсеки и цистерны не меняется. В СИП БНН при определении времени, оставшегося до гибели ПЛ, принято, что определяющим параметром безопасности

поврежденной ПЛ является запас продольной статической остойчивости $l_{\psi_{max}}$, если $|\psi_p| > 0,5^\circ$, или запас плавучести ω , если $|\psi_p| \leq 0,5^\circ$.

Тогда время, оставшееся до гибели поврежденной ПЛ при условии, что $|\psi_p| > 0,5^\circ$, приближенно вычисляется по формуле (рис. 3)

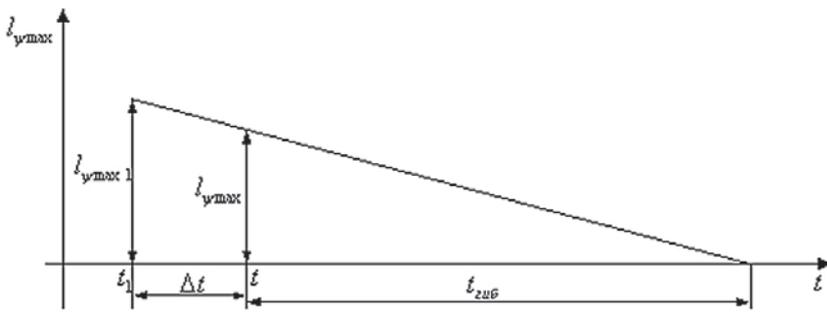


Рис. 3. Время до гибели поврежденной ПЛ

$$t_{\text{гиб}} = \frac{\Delta t \cdot l_{\psi_{\text{max}}}}{l_{\psi_{\text{max}1}} - l_{\psi_{\text{max}}}} \quad (2)$$

Время, оставшееся до гибели, нормируется и значения опасного и критического времени приводятся в информационных массивах. В частности, критическое время не может быть меньше времени, необходимого для эвакуации личного состава, и если время, оставшееся до гибели больше опасного, то состояние поврежденной ПЛ в СИП БНН считается относительно стабильным.

2.4. Общие принципы формирования рекомендаций по продольному спрямлению ПЛ в СИП БНН

Под спрямлением в СИП БНН понимается комплекс мероприятий, направленных на поддержание и увеличение запаса плавучести, увеличение продольной и поперечной статической остойчивости, увеличение поперечной и продольной динамической остойчивости, уменьшение крена и дифферента. Комплекс мероприятий, которым рекомендуется воспользоваться личному составу для спрямления ПЛ в СИП БНН разделен на три группы.

Первая группа – мероприятия, которые увеличивают запас плавучести, среди которых – осушение отделений и продувание (поддувание) ЦГБ. Осушение отсеков и цистерн при повреждении в носу рекомендуется выбирать в районе (рис. 4) $x_v > x_k$, где x_v – абсцисса центра величины осушаемого объема; а x_k – абсцисса условной границы, вычисляемая по диаграмме надводной непотопляемости [1].

При повреждении в корме осушаемые отсеки эффективны, если они расположены в районе (рис. 5) $x_v < x_n$, где x_n – абсцисса условной границы [1]. Значения x_n и x_k приводятся в информационных массивах.

Вторая группа – мероприятия, не влияющие на запас плавучести, среди которых в первую очередь осуществляется перекачка вспомогательного балласта.

Третья группа – мероприятия, которые уменьшают запас плавучести, в том числе контрзатопление ЦГБ. Для контрзатопления при повреждении в носу в СИП БНН рекомендуется выбирать ЦГБ, расположенные в районе $x_v < x_k$ [1] (рис. 5), при повреждении в корме

контрзатопление увеличивает продольную остойчивость, если контрзатопление проводится в районе $x_v > x_n$.

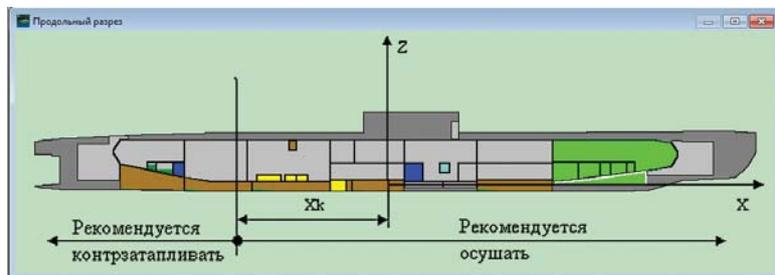


Рис. 4. Повреждение в носу

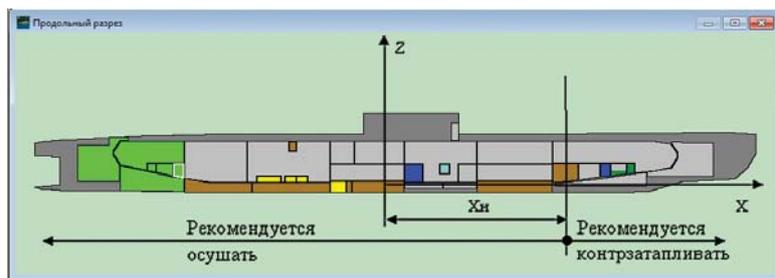


Рис. 5. Повреждение в корме

2.5. Особенности спрямления поврежденной ПЛ в СИП БНН

Эффективность мероприятий по спрямлению ПЛ по крену и дифференту в СИП БНН оценивается величиной спрямляющего момента.

Кренящий и дифференцирующий моменты при затоплении (заполнении) каждого водонепроницаемого отделения (цистерны) в СИП БНН оцениваются по аналогии с надводным кораблем табличным креном $\theta_{\text{таб}}$ и табличным дифферентом $\psi_{\text{таб}}$, отнесенными к элементам ПЛ в крейсерском положении. Значения табличных кренов и дифферентов для каждого отделения и цистерны содержатся в информационных массивах.

Условие полного поперечного спрямления $m_{\text{спр}} = -m_{\text{кр}}$ в единицах табличных кренов записывается так:

$$\sum \theta_{\text{таб, спр}} = -\theta_{\text{крен}},$$

где $\theta_{\text{крен}}$ – кренящий момент, действующий на поврежденную ПЛ.

В СИП БНН при выработке рекомендаций по продольному спрямлению принят принцип спрямления ПЛ до выхода из воды верхнего стрингера ЦГБ в оконечности, т.е. спрямление ПЛ до того момента, пока угол дифферента

не станет безопасным. С этой целью в СИП БНН вычисляется угол дифферента, подлежащий уменьшению $\delta\psi_{\text{ПС}}$.

Спрямляющий момент при этом назначается из условия $M_{\text{спр}} = -M_{\psi_{\text{ПС}}}$, где $M_{\psi_{\text{ПС}}}$ – продольный восстанавливающий момент при текущей продольной остойчивости и угле наклонения $\delta\psi_{\text{ПС}}$, вычисляемый в СИП БНН.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Система информационной поддержки командного состава ПЛ при борьбе за надводную непотопляемость имеет следующие особенности:

- комплекс задач по обеспечению непотопляемости охватывает повседневную и боевую эксплуатацию ПЛ;
- в основу СИП БНН положен метод расчета посадки и остойчивости ПЛ с контролируемой точностью;
- СИП БНН формирует развернутые оценки состояния ПЛ в целом и параметров, характеризующих ее безопасность, получаемые алгоритмически, а не методом готовых решений;
- СИП БНН предоставляет развернутые рекомендации командному составу ПЛ по спрямлению поврежденной ПЛ, также формируемые алгоритмически;
- объем информационных массивов СИП БНН позволяет широко использовать возможности графики в интерфейсе;
- интерфейс СИП БНН ориентирован на корабельного специалиста, имеющего соответствующую квалификацию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Муру Н.П., Лушин Г.В. Статика подводной лодки. – Л.: Изд. ВВМИОЛУ, 1983.
2. Лушин Г.В., Нефедьев В.Г. Надводная непотопляемость подводной лодки. – СПб.: Изд. ВМИИ, 2006. ■

Рассмотрим судовую систему управления посадкой БПЛА на кран-балку, при помощи которой захватное устройство выносится за контур судна [1]. Для обеспечения точного наведения и посадки БПЛА при значительной качке судна необходимо прогнозировать положения посадочного устройства в момент сцепления БПЛА. Оценки точности приведения БПЛА к захватному устройству в условиях качки судна и целесообразность наведения его в положение, прогнозируемое для момента сцепления его с захватным устройством, показаны в [2].

Учитывая то, что на многих гражданских судах отсутствует точная навигационная система, определяющая параметры качки судна, представляет интерес возможность измерения этих параметров при помощи одного микромеханического акселерометра, установленного на захватном приспособлении кран-балки. Для упрощения системы посадки и расширения возможности ее внедрения на судах необходимо избавиться от использования высокоточной системы навигации и следящих приводов кран-балки.

РАСЧЕТНЫЕ СООТНОШЕНИЯ

Схема размещения кран-балки, захватного приспособления и приборного блока, содержащего телевизионную камеру, дальномер и акселерометр, на поперечном сечении корпуса судна показана на рис. 1.

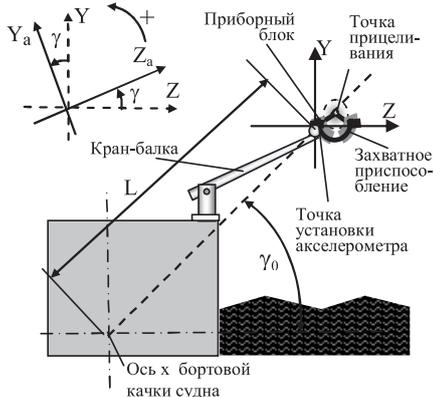


Рис. 1. Схема размещения кран-балки, захватного приспособления и приборного блока

L – расстояние точки установки акселерометра до оси X бортовой качки; γ_0 – угол наклона относительно горизонтальной плоскости линии, соединяющей точку крепления акселерометра, и оси X при отсутствии качки

Обозначим: T – период качки; $\Omega_r = 1/T$ – частота качки, $\gamma(t)$, ω_x – угол и скорость крена соответственно. Тогда $\gamma(t) = \gamma_m \sin(\Omega_r t)$; $\omega_x(t) = \gamma_m \Omega_r \cos(\Omega_r t)$; $\dot{\omega}_x = -\gamma_m \Omega_r^2 \sin(\Omega_r t)$. (1)

Зависимости линейных перемещений акселерометра $y(t)$, $z(t)$, скорости $\dot{y}(t)$, $\dot{z}(t)$ и ускорения $\ddot{y}(t)$, $\ddot{z}(t)$ по осям

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПОСАДОЧНОГО УСТРОЙСТВА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В УСЛОВИЯХ КАЧКИ СУДНА

С.Н. Шаров, д-р техн. наук, проф.,

гл. науч. сотрудник ОАО «Концерн «Гранит-Электрон»,

Б.Р. Андриевский, д-р техн. наук, проф., вед. науч. сотрудник ИПМ РАН, контакт. тел. (812) 578 98 23

Y и Z определяются следующими выражениями:

$$\begin{aligned} y(t) &= (\sin(\gamma_0 + \gamma(t)) - \sin \gamma_0), \\ z(t) &= L(\cos(\gamma_0 + \gamma(t)) - \cos \gamma_0); \\ \dot{y}(t) &= L\omega_x(t)\cos(\gamma_0 + \gamma(t)); \\ \dot{z}(t) &= -L\omega_x(t)\sin(\gamma_0 + \gamma(t)); \\ \ddot{y}(t) &= L(\sin(\gamma_0 + \gamma(t))\omega_x(t)^2 + \\ &\quad + \cos(\gamma_0 + \gamma(t))\dot{\omega}_x(t)); \\ \ddot{z}(t) &= -L(\cos(\gamma_0 + \gamma(t))\omega_x(t)^2 + \\ &\quad + \sin(\gamma_0 + \gamma(t))\dot{\omega}_x(t)). \end{aligned} \quad (2)$$

Ускорения $\ddot{y}_a(t)$, $\ddot{z}_a(t)$, измеряемые акселерометрами, расположенными по ортогональным осям Y_a , Z_a , находятся из выражений

$$\begin{aligned} \ddot{y}_a(t) &= \ddot{y}(t)\cos\gamma - \ddot{z}(t)\sin\gamma; \\ \ddot{z}_a(t) &= \ddot{z}(t)\cos\gamma + \ddot{y}(t)\sin\gamma. \end{aligned} \quad (3)$$

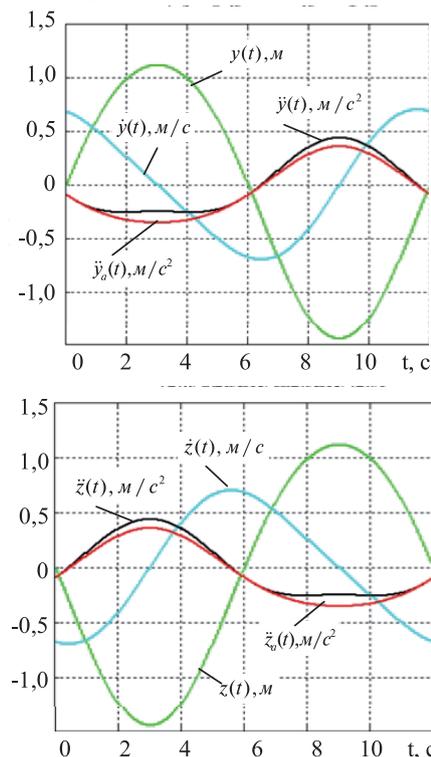


Рис. 2. Графики $y(t)$, $z(t)$, $\dot{y}(t)$, $\dot{z}(t)$, $\ddot{y}(t)$, $\ddot{z}(t)$ по осям Y (а) и Z (б), а также ускорений $\ddot{y}_a(t)$, $\ddot{z}_a(t)$ по осям Y_a и Z_a при $L=7$ м, $\gamma_0 = 45^\circ$, $\gamma_m = 15^\circ$, $T = 12$ с

Графические зависимости, приведенные на рис. 2, иллюстрируют следу-

ющее: симметричные угловые колебания $\gamma = \Gamma_m \sin(\omega t)$ относительно нулевого положения $\gamma = \gamma_0$ вызывают несимметричное изменение $y(t)$, $z(t)$, $\dot{y}(t)$, $\dot{z}(t)$, $\ddot{y}(t)$, $\ddot{z}(t)$, что обусловлено нелинейностью уравнений (2). Амплитуда положительной полуволны $y(t)$ меньше, чем отрицательной, а для $z(t)$ – наоборот.

Определение угла крена по показаниям акселерометров методами теории оценивания. В данной работе считаем, что частота качки Ω_r определяется с достаточной точностью по показаниям акселерометра.

Используем следующий подход к решению задачи. Представим процесс качки как выход некоторой (фиктивной) динамической системы – источника процесса («генератора»), которая описывается однородным дифференциальным уравнением. Измеряемыми величинами служат показания одного или двух акселерометров. На основе модели источника построим систему асимптотического оценивания угла крена по текущим измерениям акселерометров. Для этого используем известные методы теории оценивания, связанные с построением фильтров Калмана или наблюдающих устройств (см., например, [1–4]). Данный подход представлен в публикациях по навигации и управлению надводными и подводными судами [5–8]. В этих работах используются достаточно полные модели динамики судов. Для целей настоящего исследования можно ограничиться упрощенной моделью, описывающей кинематику бортовой качки судна.

Гармонический процесс качки вида (1), очевидно, можно представить как решение однородного линейного дифференциального уравнения

$$\ddot{\gamma}(t) + \Omega_r^2 \gamma(t) = 0 \quad (4)$$

с неизвестными начальными условиями $\gamma(0)$, $\dot{\gamma}(0) = \omega_x(0)$, которые определяют амплитуду и начальную фазу колебаний, и с известной постоянной Ω_r – частотой боковой качки судна.

Выходные сигналы датчиков (акселерометров) выражаются через ре-

шения $\gamma(t)$, $\omega_x(t) \equiv \dot{\gamma}(t)$ уравнения (1) с помощью соотношений (2). Как следует из (1) и (4), можно получить $\dot{\omega}_x(t) = -\Omega_r^2 \gamma(t)$. Тогда $\dot{y}(t)$, $\dot{z}(t)$ принимают вид

$$\begin{aligned} \dot{y}(t) &= -L(\sin(\gamma_0 + \gamma)\omega_x(t)^2 + \\ &+ \Omega_r^2 \cos(\gamma_0 + \gamma(t))\gamma(t); \\ \dot{z}(t) &= -L(\cos(\gamma_0 + \gamma)\omega_x(t)^2 + \\ &+ \Omega_r^2 \sin(\gamma_0 + \gamma(t))\gamma(t). \end{aligned} \quad (5)$$

Для разработки алгоритма оценивания угла качки сначала запишем (4) в форме уравнений состояния

$$\begin{aligned} \dot{\gamma}(t) &= \omega_x(t), \quad \omega_x(t) = -\Omega_r^2 \gamma(t); \\ \sigma(t) &= h(\gamma, \omega_x), \end{aligned} \quad (6)$$

где $\sigma(t)$ – сигналы акселерометров. Функция $h(\gamma, \omega_x)$ отражает нелинейную зависимость показаний акселерометров от угла и угловой скорости крена в соответствии с (3).

При использовании только одного акселерометра $\sigma(t) = \dot{y}_a(t)$. Для двух акселерометров $\sigma(t)$ – двумерный вектор с компонентами $\{\dot{y}_a(t), \dot{z}_a(t)\}$.

Перепишем уравнения (6) в векторно-матричной форме $\dot{x}(t) = Ax(t)$, где вектор состояния $x(t) = \{\gamma(t), \omega_x(t)\}$, а матрица A имеет вид

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ \Omega_r^2 & 0 \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Согласно общей методике построения систем оценивания [3–6, 11], введем вектор оценок состояния $\tilde{x}(t)$, компонентами которого будут, соответственно, оценки угла и угловой скорости крена: $\tilde{x}(t) = \{\tilde{\gamma}(t), \tilde{\omega}_x(t)\}$. Вектор оценок $\tilde{x}(t)$ вырабатывается «наблюдателем состояния» – алгоритмом, в котором интегрируются уравнения модели источника процесса [в рассматриваемом случае – уравнения (6)], замкнутые корректирующей обратной связью по рассогласованию $e(t)$ между измеряемым сигналом и оценкой выходного сигнала $\tilde{\sigma}(t)$, выработанной на основе оценки $\tilde{x}(t)$:

$$\begin{aligned} \dot{\tilde{x}}(t) &= A\tilde{x}(t) + K\tilde{e}(t), \\ \tilde{y}(t) &= h(\tilde{x}(t)); \\ e(t) &= y(t) - \tilde{y}(t). \end{aligned} \quad (8)$$

Здесь через $h(\tilde{x}(t))$ обозначено $h(\tilde{\gamma}, \tilde{\omega}_x)$, K – матрица размера $(2 \times n_a)$ коэффициентов обратной связи, где n_a – число используемых акселерометров.

Синтез наблюдателя (8) заключается, таким образом, в выборе K . Прежде всего должна быть обеспечена устойчивость системы (8). Далее соответствующим выбором K можно добиться заданной динамики (быстродействия) процесса оценивания. При этом следует учесть, что повышение быстродействия и снижение влияния внешних воздействий [в нашем случае – влияния отклонений реального процесса от реше-

ний(2)] связано с увеличением коэффициентов обратной связи K , что, в свою очередь, приводит к подчеркиванию влияния погрешностей датчиков (акселерометров) и шумов [5, 6]. Компромисс в выборе K достигается исследованием ошибок от возмущений и помех с учетом требований по быстродействию. При стохастическом описании возмущений и помех выбор матрицы K наблюдателя (8), минимизирующей дисперсию ошибки оценивания, приводит к оптимальному фильтру Калмана–Бьюси [3, 5]. С прикладной точки зрения, такой подход оправдан далеко не всегда, поэтому в данной работе выбор K выполняется на основе требований устойчивости и быстродействия процесса оценивания.

Ввиду замыкания обратной связи через нелинейное уравнение выхода $\tilde{y}(t) = h(\tilde{x}(t))$ и изменения по времени сигнала акселерометров $\sigma(t)$ наблюдатель (8) представляет собой нелинейную неавтономную систему. Для исследования устойчивости и точности процесса оценивания введем ошибку оценивания $\varepsilon(t) = x(t) - \tilde{x}(t)$, для которой, вычитая (8) из (6), получим следующее уравнение:

$$\begin{aligned} \dot{\varepsilon}(t) &= A\varepsilon(t) + K\tilde{\sigma}(t) - K\sigma(t); \\ \tilde{y}(t) &= h(x(t) - \varepsilon(t)). \end{aligned} \quad (9)$$

Очевидно, что при $\tilde{\Gamma}(t) \equiv \Gamma(t)$, уравнение (9) имеет тривиальное решение $\varepsilon(t) \equiv 0$, поэтому для асимптотически точного восстановления процесса $\gamma(t)$ требуется выбором K только обеспечить асимптотическую устойчивость тривиального решения (9) в заданной рабочей области параметров движения судна (угла и угловой скорости крена).

Обеспечение устойчивости нелинейных наблюдателей в общем случае является сложной задачей [11–15]. Для ее решения обычно используются методы функций Ляпунова, абсолютной устойчивости и линейных матричных неравенств [6, 11, 15]. Для рассматриваемой системы задача упрощается, так как только уравнение выхода (6) (а не состояния) является нелинейным и, кроме того, в рабочей области параметров движения корабля по крену нелинейная зависимость $h(\gamma, \omega_x)$ близка к линейной. Поэтому ниже для выбора K используем линеаризованную модель $h(\gamma, \omega_x)$. Следует отметить, что для выполнения процедуры оценивания будет использована исходная нелинейная модель измерений (6), а линеаризация применена только для выбора параметров K , обеспечивающих асимптотическую устойчивость наблюдателя. Если устойчивость обеспечена, то при отсутствии возмущений и шумов будет иметь место асимптотически точное восстановление процесса $\gamma(t)$, несмотря на погрешность из-за ис-

пользования линеаризованного уравнения при синтезе.

В общем виде линеаризация уравнения выхода $\sigma = h(x)$ приводит к выражению $\sigma = Cx$, где $C = \partial h(x) / \partial x|_{x^*}$ – матрица соответствующего размера (в нашем случае – $(2 \times n_a)$ -матрица), x^* – выбранное опорное значение вектора состояния.

В результате линеаризации уравнение ошибки (9) упрощается и приобретает вид линейного однородного уравнения

$$\dot{\varepsilon}(t) = (A - KC)\varepsilon(t); \quad \varepsilon(0) = x(0) - \tilde{x}(0) \quad (10)$$

Динамика процесса $\varepsilon(t)$ определяется свойствами матрицы наблюдателя $A_K = A - KC$. Процесс $\varepsilon(t)$ будет асимптотически затухать при любых $\varepsilon(0)$, если все корни характеристического многочлена этой матрицы имеют отрицательные вещественные части, что обеспечивается соответствующим выбором K .

В случае использования только одного акселерометра (по оси Y_a), $n_a = 1$.

Матрица K имеет размер (2×1) , т.е. представляет собой вектор-столбец с коэффициентами K_1, K_2 . Матрица C является вектор-строкой. Для ее нахождения положим $x^* = \{\gamma^*, \omega_x^*\} = 0$. Тогда из (2), (3) получим $C = [-L\Omega_r^2 \cos \Gamma_0, 0]$.

Представим алгоритм синтеза наблюдателя в виде следующих шагов.

1. Введем матрицы

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ \Omega_r^2 & 0 \end{bmatrix}, \quad C = [-L\Omega_r^2 \cos \Gamma_0, 0]. \quad (11)$$

2. Зададим время переходного процесса оценивания t_{est} . Рекомендуется выбирать $t_{est} \geq T/5$. Примем $t_{est} = T/4 = 3$ с.

3. Вычислим параметр $\Omega = 5/t_{est} = 1.67 \text{ c}^{-1}$.

4. Сформируем многочлен $A_{est}(s) = s^2 + \sqrt{2} \Omega s + \Omega^2$ (где $s \in \mathbb{C}$) и найдем его корни $\{s_{1,2}: A_{est}(s_{1,2}) = 0\}$. В данном примере $s_{1,2} = -1.17 \pm 1.19i$.

5. Вычислим (2×1) -матрицу (вектор-столбец) K так, чтобы обеспечить равенство $\det(sI - A + KC) \equiv A_{est}(s) = s^2 + \sqrt{2} \Omega s + \Omega^2$. Численно это можно выполнить процедурой *place* пакета Control Systems Toolbox системы Матлаб, передавая в нее результаты транспонирования матриц A , C и массив корней $s_{1,2}$, затем транспонируя полученный результат.

Численно в рассматриваемом примере

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -0,274 & 0 \end{bmatrix}, \quad K = \begin{bmatrix} -1,72 \\ -1,84 \end{bmatrix} \\ C = [-1.357, 0].$$

6. Исходя из (8), получим алгоритм оценивания угла крена по данным акселерометра Y_a в виде следующей системы дифференциальных уравнений

$$\begin{aligned} \dot{\tilde{\Gamma}}(t) &= K_1 e(t) + \tilde{\omega}_x(t); \\ \dot{\tilde{\omega}_x}(t) &= K_2 e(t) - \Omega_r^2 \tilde{\Gamma}(t); \\ e(t) &= \dot{y}_a(t) - \dot{\tilde{y}}_a(t), \end{aligned} \quad (12)$$

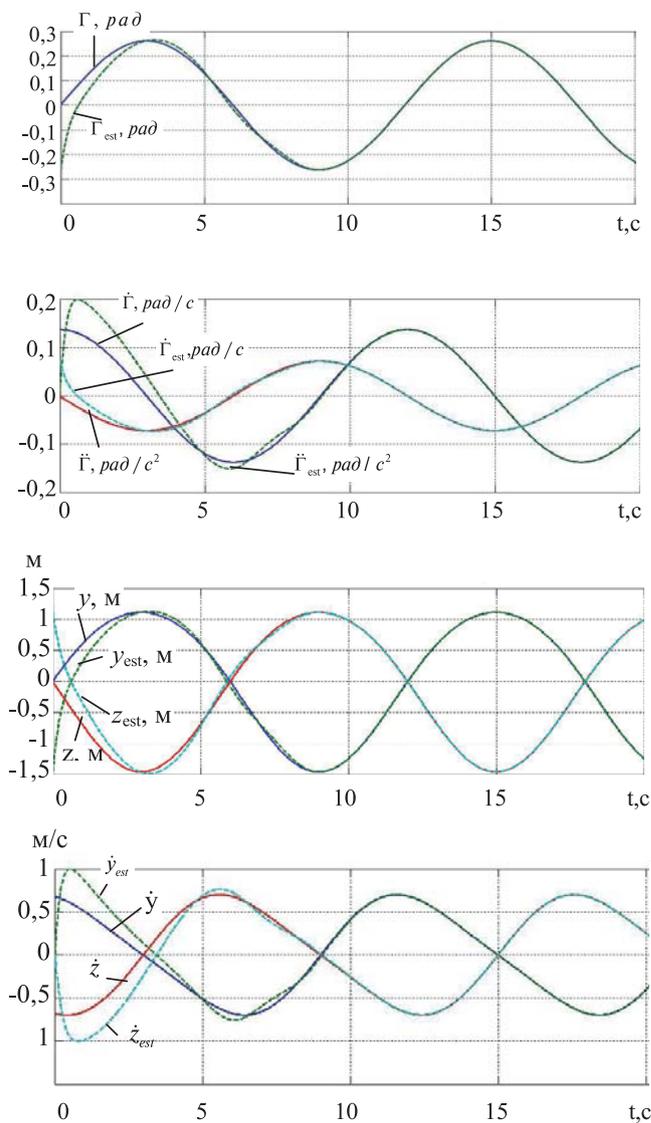


Рис. 3. Процессы восстановления истинных значений: а – угловых колебаний бортовой качки $\gamma(t)$; б – скорости $\dot{\gamma}(t)$ и ускорения $\ddot{\gamma}(t)$ угловых колебаний; в – смещения $y(t), z(t)$ – точки установки акселерометра в вертикальной и горизонтальной плоскости; г – скорости $\dot{y}(t), \dot{z}(t)$ смещения точки установки акселерометра в вертикальной и горизонтальной плоскости

где $\tilde{\Gamma}(t), \tilde{\omega}_x(t)$ – оценки, соответственно, угла и угловой скорости качки, $\tilde{y}_a(t)$ – оценка измеряемого акселерометром Y_a ускорения $\ddot{y}_a(t)$, выработанная на основе полученных оценок $\tilde{\Gamma}(t), \tilde{\omega}_x(t)$, K_1, K_2 – компоненты вектора параметров $K = [K_1, K_2]^T$.

Оценка углового ускорения $\tilde{\omega}_x(t)$ выполняется по формуле $\tilde{\omega}_x(t) = -\Omega_z^2 \tilde{\Gamma}(t)$.

Для нахождения $\tilde{y}_a(t)$ выполняют вычисления по формулам (2–3), в которых вместо $\gamma(t)$ и $\omega_x(t)$ используются их оценки $\tilde{\Gamma}(t), \tilde{\omega}_x(t)$.

Результаты моделирования для рассматриваемого набора данных отражены на рис. 3. Для моделирования взяты начальные условия $\tilde{\Gamma}(0) = -15^\circ, \tilde{\omega}_x(0) = 0$.

Достижение прогнозируемых параметров смещения посадочного устройства в условиях гармонической бортовой качки происходит менее чем за половину периода T , когда достигает-

ся точность не хуже 1% от ошибки начального рассогласования. При плавном изменении периода и амплитуды колебаний процесс отработки рассогласования происходит автоматически.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе показано, что можно с высокой точностью прогнозировать положение захватного устройства в условиях стационарной бортовой качки с известными конструктивными параметрами L и Γ_0 .

В реальных условиях при возможности изменения периода T и амплитуды Γ_m качки необходимо во время сближения БПЛА с захватным устройством периодически [с дискретностью (0,25–1) T] уточнять по показаниям акселерометра значения T и $\ddot{y}_a(t)$.

Использование дополнительно второго акселерометра, измерительная ось которого ортогональна перво-

му, может повысить быстродействие сходимости оценочных и истинных параметров смещения за счет уменьшения переходного процесса оценивания.

Поскольку колебания судна обусловлены не только бортовой качкой, необходимы дальнейшие исследования по прогнозированию параметров смещения захватного устройства в условиях килевой и вертикальной качки с минимальным количеством измерителей параметров качки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаров С.Н., Петухова Е.С., Дворяшин М.С. Судовая информационно-управляющая система для посадки беспилотного летательного аппарата // Морской вестник. – 2011. – №3(39). – С. 65–72.
2. Подоплекин Ю.Ф., Шаров С.Н. Проблемы посадки беспилотных летательных аппаратов на движущееся судно и технические пути их решения. – Тр. XXXX Росс. семинара «Механика и процессы управления». РАН, МО РФ, Мин. образ. и науки РФ, МСНТ, М., 2010, с. 55–64.
3. Острем К. Введение в стохастическую теорию управления. – М.: Мир, 1973. – 322 с.
4. Андреев Ю.Н. Управление конечномерными линейными объектами. – М.: Наука, 1976. – 424 с.
5. Квакернаак Х., Сиван Р. Линейные оптимальные системы управления. – М.: Мир, 1977.
6. Андриевский Б.Р., Фрадков А.Л. Избранные главы теории автоматического управления с примерами на языке Matlab. – СПб: Наука, 1999. – 467 с.
7. Fossen T.I., Strand J.P. Passive nonlinear observer design for ships using Lyapunov methods: Experimental results with a supply vessel // Automatica. – 1999. – Vol. 35 (1). – P. 3–16.
8. Lindegaard K-P, Vik B., Fossen T.I. Experimental results with a simplified model based wave filter with inertial sensor feedback for surface vessels. – Proc. 10th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED2002), Lisbon, Portugal, July 9–12, 2002.
9. Kinsey J.C., Whitcomb L.L. Model-based nonlinear observers for underwater vehicle navigation: Theory and preliminary experiments. – Proc. IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA07), Roma, Italy, April 10–14, 2007.
10. Batista P., Silvestre C., Oliveira P. Optimal position and velocity navigation filters for autonomous vehicles // Automatica. – 2010. – Vol. 46 (4). – P. 767–774.
11. Халил Х.К. Нелинейные системы / Под ред. А.Л. Фрадкова. – СПб.: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». 2009. – 832 с.
12. Nijmeijer H., Mareels I.M.Y. An observer looks at synchronization // IEEE Trans. Circuits Syst. I. 1997. – Vol. 44 (10). – P. 882–890.
13. Nijmeijer H., Fossen T.I. New Directions in Nonlinear Observer Design. Springer: London, U.K., 1999.
14. Arcak M., Kokotović P. Nonlinear observers: a circle criterion design and robustness analysis // Automatica. – 2001. – Vol. 37 (12). – P. 1923–1930.
15. Гелуг А.Х., Леонов Г.А., Якубович В.А. Устойчивость нелинейных систем с единственным состоянием равновесия. – М.: Наука, 1978. ■

Создание современных объектов морской техники, конкурентоспособных на мировом рынке, неразрывно связано с внедрением новых конструкционных материалов, обладающих более высокими удельными прочностными и жесткостными характеристиками, улучшенными технологическими свойствами и обеспечивающих снижение затрат на строительство и эксплуатацию этих объектов. К числу таких материалов относятся полимерные композиционные материалы (ПКМ) на основе, как правило, стеклянных и углеродных волокон и термореактивных связующих (полиэфирных, эпоксивинилэфирных, эпоксидных). Эти материалы обладают по сравнению с традиционными для надводного судостроения материалами (сталью и алюминиевыми сплавами) следующими преимуществами:

- относительно низкой плотностью при достаточно высоких прочностных характеристиках;

- возможностью управления прочностными и упругими характеристиками в плоскости армирования в зависимости от напряженного состояния конструкции;

- сравнительно высокими усталостными характеристиками и низкой трещиностойкостью;

- прекрасной коррозионной стойкостью при эксплуатации в морских условиях, а также немагнитностью.

Вместе с тем ПКМ имеют и ряд недостатков: сравнительно низкие упругие характеристики, слабую сопротивляемость при сдвиге и растяжении в трансверсальном направлении, а также зависимость их свойств от факторов среды эксплуатации (влажности, температуры, солнечной радиации).

Одним из наиболее эффективных путей повышения жесткости корпусных конструкций судов из ПКМ и, следовательно, их несущей способности (или снижения веса) является изготовление этих конструкций трехслойными (многослойными) с несущими слоями из стеклопластика (углепластика), между которыми расположены слои наполнителя. Наполнитель имеет плотность ниже плотности материала несущих слоев и, соответственно, более низкие упругие и прочностные характеристики, и его основная роль – обеспечить совместную работу несущих слоев. Кроме того, при соответствующем выборе материала наполнителя он может выполнять и дополнительные функции, например, тепло- и звукоизоляции. В этом случае вес конструкции может быть еще снижен, так как отпадает необходимость в установке зашивки и изоляции.

В качестве наполнителя наибольшее распространение получили пеновинилхлоридные пенопласты (ПВХ), которые

ПРИМЕНЕНИЕ В СУДОСТРОЕНИИ ТРЕХСЛОЙНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ГОФРИРОВАННЫМ СРЕДНИМ СЛОЕМ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.В. Блинов, директор ООО «Композит-Проф»,

В.А. Булкин, нач. сектора ОАО ЦМКБ «Алмаз»,

О.Г. Ефимова, инженер,

Н.Н. Федюнок, канд. техн. наук, начальник сектора,

ФНЦ «ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова»,

контакт. тел. (812) 415-47-74

имеют закрытоячеистую структуру, что обеспечивает им низкое водопоглощение и сравнительно высокие механические характеристики.

Свойства пенопласта в значительной степени зависят от его плотности, поэтому возможности в части снижения плотности наполнителя и, следовательно, веса конструкции могут быть ограничены из-за его недостаточно высоких прочностных характеристик, в частности прочности на сдвиг. А это может вызвать уменьшение прочности и работоспособности всей трехслойной конструкции, поскольку наполнитель будет не способен обеспечить совместность деформирования несущих слоев в одном пакете.

В ряде случаев повышение весовой эффективности трехслойных конструкций с пенопластом в среднем слое можно добиться, армируя наполнитель гофрированным элементом (рис. 1). При рациональном проектировании гофрированный элемент (ГЭ) может взять на себя основные силовые функции по обеспечению совместной работы несущих слоев, а пенопласт может играть роль элемента, поддерживающего стенки гофра от по-

тери устойчивости, а также технологической оснастки для их формования. Жизнеспособность конструкции с наполнителем, армированным ГЭ, подтверждена успешной эксплуатацией надстройки одного из кораблей, которая изготовлена из плоскостных секций с этим вариантом трехслойной конструкции [1, 2].

В настоящей статье рассматриваются преимущества, которые может дать армирование наполнителя ГЭ, и условия, при которых они реализуются. Учитывая, что создание работоспособной и надежной конструкции из ПКМ в значительной степени зависит от технологии ее изготовления, в статье обсуждаются различные способы формования трехслойных конструкций с ГЭ и приводятся результаты оценки их прочности и работоспособности при изготовлении этими способами.

1. Для выявления преимуществ, которые можно получить, армируя пенопласт ГЭ, сравнивались характеристики трехслойных пластин со средним слоем с ГЭ и без него.

В качестве первого примера рассмотрим результаты расчета приведен-

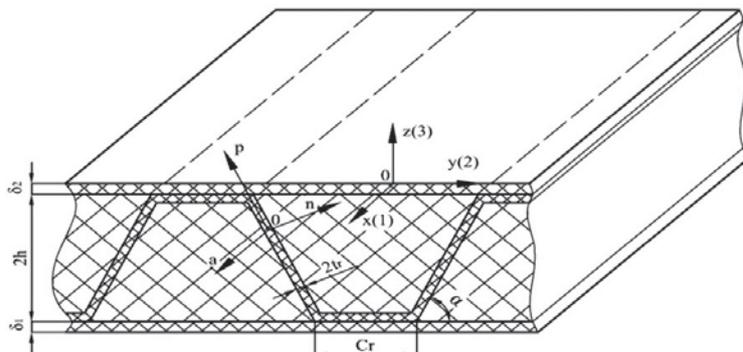


Рис. 1. Структура трехслойной пластины обшивки корпуса (настила палуб, полотниц переборок) со средним слоем, армированным ГЭ

ных (эффективных) упругих характеристик среднего слоя, армированного ГЭ, в сравнении с жесткостью неармированного среднего слоя. Эти характеристики определялись расчетным путем с использованием формул, приведенных в [3], которые обеспечивают достаточно хорошую сходимость с экспериментальными данными. Расчет выполнялся для среднего слоя толщиной 50 мм из пенопласта типа ПВХ марки DivinycellH (DivH) фирмы «DIABAV» (Швеция). Гофрированный элемент с шириной полки $c_r = 10$ мм был выполнен из стеклопластика на основе ровинговой стеклоткани полотняного переплетения и эпоксивинилэфирного связующего. Толщина его стенки и полки $2t_r$ варьировалась от 0,2 мм, что соответствует одному слою стеклоткани, до 1 мм, а угол наклона стенки задавался в диапазоне $\alpha = 45^\circ - 90^\circ$ (см. рис. 1).

На рис. 2 показаны кривые изменения приведенных модулей сдвига среднего слоя с ГЭ вдоль его образующей G_{j3cc} и поперек G_{23cc} в зависимости от плотности этого слоя ρ_{cc} , а на рис. 3 – аналогичные кривые, построенные для приведенного модуля нормальной упругости E_{3cc} в трансверсальном направлении. В качестве заполнителя межгофрового пространства в ГЭ был взят пенопласт DivH35 минимальной плотности 38 кг/м³. На этих же рисунках нанесены кривые, показывающие зависимость упругих характеристик неармированного среднего слоя из пенопласта DivH от его плотности. Эти кривые построены на основании данных фирмы-производителя указанного пенопласта [4].

Из приведенных кривых видно, что армирование пенопласта ГЭ естественно повышает минимально возможное значение плотности, равное 38 кг/м³, однако при этом заметно возрастают модули G_{j3cc} ($j = 1, 2$) и E_{3cc} . При угле наклона стенки ГЭ $\alpha = 45^\circ$ значительно увеличивается модуль сдвига среднего слоя G_{23cc} в поперечном относительно ГЭ направлении за счет распора, который создается его стенками. Увеличение угла до $\alpha = 75^\circ$ приводит к уменьшению G_{23cc} , который по величине сближается с G_{13cc} , но при этом сильно возрастает модуль E_{3cc} .

Замена в межгофровом пространстве пенопласта DivH35 на более плотный DivH45 (плотность 48 кг/м³) незначительно повышает модули G_{j3cc} ($j = 1, 2$) и E_{3cc} , но на фоне повышения плотности среднего слоя их удельные характеристики падают (рис. 4), что в итоге снижает весовую эффективность конструкции.

Полученные результаты показывают, что увеличение жесткости среднего слоя из пенопласта на сдвиг за счет его армирования ГЭ повышает жесткость

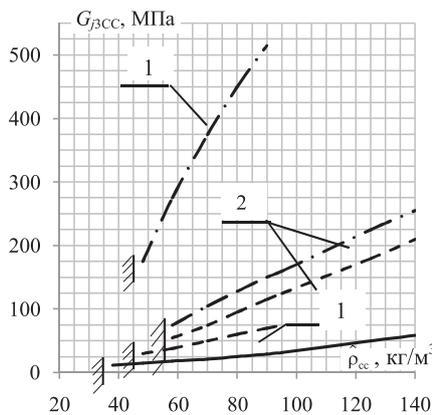


Рис. 2. Кривые изменения модулей сдвига G_{j3cc} ($j=1,2$) среднего слоя в зависимости от его плотности ρ_{cc} в трансверсальном направлении. Средний слой из пенопласта DivH (—); средний слой из пенопласта, DivH35, армированного ГЭ (--- G_{13cc} , ---- G_{23cc}); ш – минимально возможное значение плотности; 1 – $\alpha=45^\circ$; 2 – $\alpha=75^\circ$

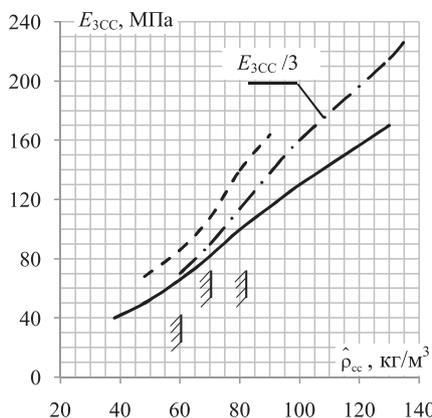


Рис. 3. Кривые изменения модуля нормальной упругости E_{3cc} среднего слоя в зависимости от его плотности ρ_{cc} . Средний слой из пенопласта DivH (—); средний слой из пенопласта, DivH35, армированного ГЭ (--- $\alpha=45^\circ$, ---- $\alpha=75^\circ$); ш – минимально возможное значение плотности

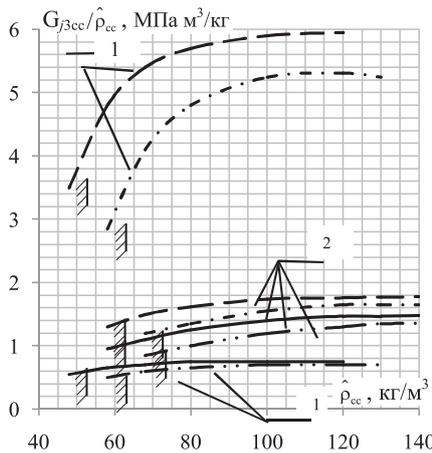


Рис. 4. Изменение удельных модулей сдвига G_{j3cc}/ρ_{cc} среднего слоя от его плотности G_{13cc}/ρ_{cc} (— DivH35, --- DivH45); G_{23cc}/ρ_{cc} (--- DivH35, ---- DivH45); ш – минимально возможное значение плотности; 1 – $\alpha=45^\circ$; 2 – $\alpha=75^\circ$

всего трехслойного пакета на изгиб, и, как следствие, его несущую способность. Увеличение жесткости этого слоя в трансверсальном направлении приводит к повышению сопротивляемости при действии локальных поперечных нагрузок, что имеет место в угловых соединениях трехслойных пластин в районах крепления на них оборудования.

Сказанное иллюстрируют результаты расчетов двух типов прямоугольных трехслойных пластин равной массы: с гофрированным средним слоем из пенопласта DivH35 и стеклопластиковым ГЭ и со сплошным средним слоем из пенопласта DivH. Оба типа пластин имели несущие слои одинаковой толщины δ и были выполнены из одного и того же стеклопластика. Также имели одинаковую толщину $2h$ средние слои. При этом соотношение между толщинами этих слоев было принято равным $\delta/2h = 0,04$ (см. рис. 1), исходя из требования к минимально допустимым толщинам несущих слоев и условия достижения максимальной несущей способности пластин. Исходя из этого же условия, определялись геометрические параметры ГЭ: c_r , $2t_r$ и α . Упругие характеристики неармированного среднего слоя определялись по зависимостям их величин от плотности, полученным для пенопласта DivH от фирмы-производителя [4], при условии равенства плотностей этого слоя и среднего слоя с ГЭ.

Расчет пластин производился для трех отношений между длинами их сторон $a/b = 0,5; 1,0; 2,0$ методом конечных элементов с помощью программного комплекса ANSYS версии 11. При этом в каждом случае решалась объемная задача теории упругости в геометрически и физически линейной постановке с использованием твердотельных конечных элементов типа Solid 45.

По результатам расчетов определялись прогиб пластин и их прочность в предположении, что опорные кромки пластин жестко закреплены и они нагружены равномерно распределенной поперечной нагрузкой. Кроме того, определялась их устойчивость при действии сжимающих усилий в плоскости пластин.

Результаты расчетов показаны в виде диаграмм на рис. 5, из которых видно, что за счет армирования среднего слоя из пенопласта ГЭ прочность трехслойных пластин при изгибе и их устойчивость при сжатии вдоль гофр увеличивается на 20% и более. Также возрастает жесткость пластин на 16 – 20% без увеличения их массы.

Что касается устойчивости трехслойных пластин при действии сжимающей нагрузки поперек ГЭ, то при отношении сторон $a/b = 0,5$ она снизилась на 10% по сравнению с пластиной без

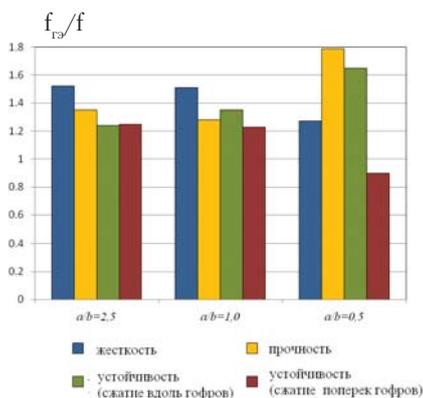


Рис. 5. Диаграммы, показывающие отношения параметров жесткости, устойчивости и прочности трехслойных пластин равной массы с гофрированным средним слоем и со сплошным наполнителем в среднем слое без гофр (a/b – отношение длины сторон пластины)

ГЭ, это обусловлено местной потерей устойчивости стенок ГЭ и несущих слоев в межгофровом пространстве (рис. 6). При других соотношениях между сторонами пластин такого явления не наблюдается и их устойчивость при этом виде деформирования повышается относительно пластин без ГЭ в среднем слое.

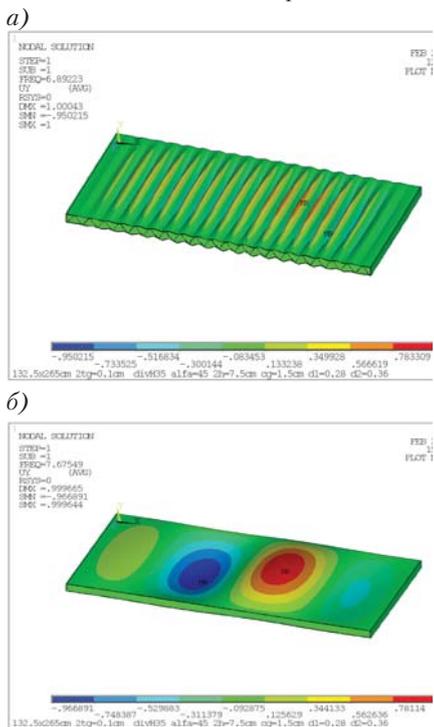


Рис. 6. Формы потери устойчивости трехслойных пластин ($a/b = 0,5$) со средним слоем, армированным ГЭ (а), и со сплошным наполнителем без ГЭ (б) при сжатии поперек гофр (вдоль длинной стороны)

2. Реализация преимуществ, которые могут быть получены при армировании среднего слоя ГЭ трехслойных конструкций из ПКМ, возможна только при их качественном изготовлении, когда между всеми элементами конструкции обеспечивается надежная связь. При этом введение ГЭ в средний слой

естественно усложняет технологический процесс и увеличивает трудоемкость изготовления конструкции.

В настоящее время существует несколько способов изготовления судовых перекрытий трехслойной конструкции с ГЭ.

Первый способ основан на методе контактного формования панелей среднего слоя с последующим их соединением между собой на оснастке для получения перекрытия заданной площади и наформовки на них вначале одного несущего слоя, а после перекантровки перекрытия – второго слоя. Изготовление панелей среднего слоя методом контактного формования или, как его еще иначе называют, ручной выкладки состоит из следующих операций:

- вырезка из пластин пенопласта брусков с трапециевидной формой поперечного сечения заданных размеров;
- установка с заданным шагом и закрепление на оснастке брусков нижнего ряда;
- укладка на бруски с их обформовкой пропитанных связующим слоев стеклоткани, которые формируют ГЭ;
- установка в пространство между соседними брусками нижнего ряда, брусков пенопласта верхнего ряда и их прижатие друг к другу за счет установки грузов с последующей полимеризацией панели.

Изготовление панелей среднего слоя с ГЭ таким образом приводит к тому, что величина зазоров между брусками пенопласта часто нестабильна и зависит от тщательности выполнения всех сборочных операций. Это вызывает снижение прочности соединения пенопласта со стенками ГЭ и может привести к образованию расслоений между ними. Для заполнения больших зазоров нередко используется микросферная паста, приготавливаемая на основе используемого для изготовления панелей связующего и стеклянных микросфер. Применение этой пасты возможно только в зазорах, выходящих на наружную поверхность панели, и не обеспечивает должной прочности соединения ее элементов, а также увеличивает массу панели.

Второй способ изготовления панелей среднего слоя заключается в заполнении межгофрового пространства заранее изготовленного из стеклопластика ГЭ заливочным пенополиуретаном (ППУ) сначала с одной стороны, а после перекантровки – с другой стороны. После заливки, которая выполняется на специальной установке, и последующей полимеризации панель защищают с двух сторон для удаления излишков ППУ, что увеличивает трудозатраты на изготовление этих панелей. Кроме того, пенопласты типа ППУ имеют почти в 2 раза большую плотность по сравнению с пенопластами типа ПВХ при

более низких механических характеристиках. Это приводит к снижению несущей способности и увеличению массы трехслойных конструкций, в которых используется пенопласт типа ППУ.

Отмеченных недостатков лишен способ изготовления панелей среднего слоя с пенопластом типа ПВХ, который основан на применении RTM-метода [5]. Этот способ разработан ООО «Композит-Проф» совместно с ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова» и ОАО «ЦМКБ «Алмаз» и защищен патентом [6] (рис. 7). Существование данного способа состоит в следующем:

- предварительно нарезанные бруски пенопласта и слои стеклоткани в сухом состоянии укладываются в матрицу, обеспечивая формирование структуры панели с ГЭ;
- матрица накрывается пуансоном и производится герметизация их соединения;
- к пуансону подключается вакуумный насос и установка для подачи связующего;
- после включения вакуумного насоса в рабочую полость матрицы подается связующее, которое пропитывает слои стеклоткани ГЭ и связывает их с брусками в единую конструкцию;
- после окончания процесса заливки панель выдерживается в матрице заданное время и затем извлекается из нее для термообработки.

Для равномерного распределения связующего по панели и увеличения скорости пропитки между пакетом, состоящим из брусков пенопласта и слоев стеклоткани, и матрицей, а также пуансоном прокладываются специальные дренажные слои из стекломата и устраиваются дополнительные каналы для протекания связующего.

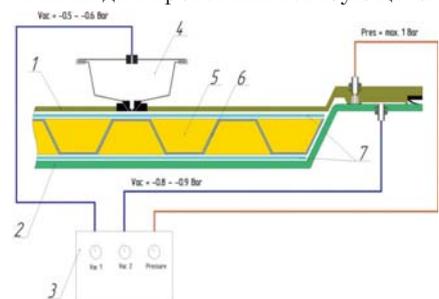


Рис. 7. Схема изготовления панелей среднего слоя с ГЭ RTM-методом 1 – полужесткий пуансон; 2 – жесткая матрица; 3 – вакуумный насос; 4 – смоляная ловушка; 5 – наполнитель (пенопласт ПВХ); 6 – гофрированный элемент; 7 – дренажные слои

Разработанная технология с использованием RTM-метода обеспечивает высокое качество изготовления и значительно повышает производительность, что позволяет осуществлять серийное производство типовых панелей среднего слоя с ГЭ (рис. 8).



Рис. 8. Типовые панели среднего слоя с гофрированным элементом, изготовленные RTM-методом

Применение этих панелей в трехслойных конструкциях позволяет также значительно увеличить их прочность и работоспособность. В качестве примера на рис. 9 и 10 приведены диаграммы, на которых показана величина напряжений, достигнутых в слоях трехслойных пластин при их разрушении, со средними слоями, изготовленными RTM-методом и методом ручной выкладки. По остальным параметрам, а именно толщине слоев и ГЭ, и материалам, из которых они изготовлены, эти пластины идентичны.

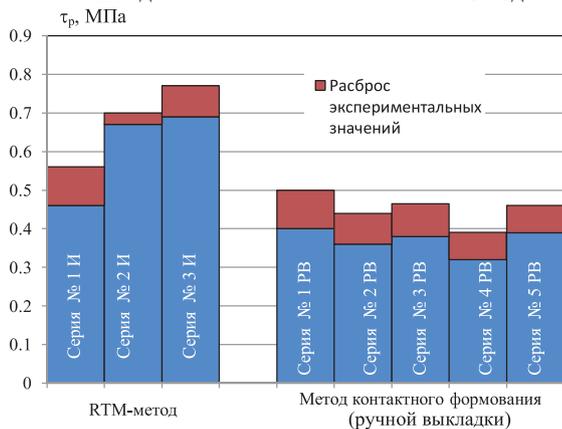


Рис. 9. Сравнение приведенных касательных напряжений в среднем слое, армированном ГЭ, трехслойных пластин, изготовленных разными способами, при их разрушении (испытания на поперечный изгиб поперек гофров)

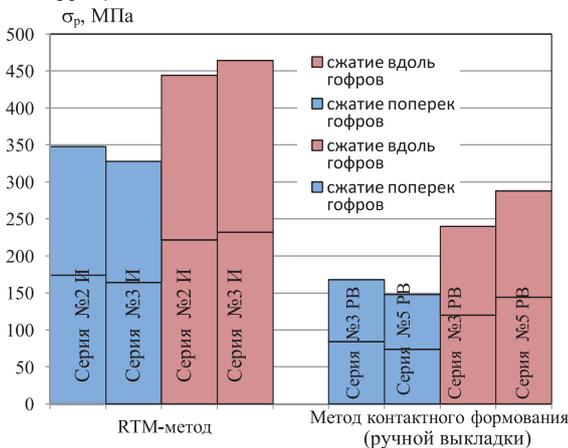


Рис. 10. Сравнение нормальных напряжений в несущих слоях трехслойных пластин со средним слоем, армированным ГЭ, и изготовленных разными способами, при их разрушении (испытания на сжатие поперек и вдоль гофров)

Из этих диаграмм видно, что применение в трехслойных пластинах панелей среднего слоя с ГЭ, изготовленных RTM-методом, обеспечивает повышение прочности пластин как минимум на 40% при снижении их массы на 10–15%. Повторно-статические испытания этих пластин на изгиб на базе 10^5 циклов при 50 %-ном уровне нагруженности также подтвердили их высокую работоспособность.

Если панели среднего слоя отличаются от типовых и их изготовление носит единичный характер, то применение RTM-метода экономически невыгодно из-за больших затрат на изготовление технологической оснастки. Для трехслойных перекрытий, которые имеют сравнительно большие размеры и могут иметь форму, отличную от плоской, ООО «Композит-Проф» совместно с ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова» разработал технологию их формования методом инфузии [5]. Применение этой технологии позволяет изготовить средний слой из пенопласта типа ПВХ, армированного ГЭ, совместно с несущими слоями за один технологический процесс

(рис. 11) и обеспечивает так же, как в случае использования RTM-метода, увеличение прочности и работоспособности трехслойных конструкций при высоком качестве их изготовления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что трехслойные конструкции из ПКМ со средним слоем, состоящим из пенопласта типа ПВХ, армированного ГЭ, обладают целым рядом преимуществ по сравнению с конструкциями с неармированным средним слоем по массе, жесткости и несущей способности. Опыт эксплуатации надстройки трехслойной конструкции с ГЭ в среднем слое на одном из кораблей подтвердил ее высокую работоспособность и надежность в различных условиях плавания.

Разработанные технологии формования этих конструкций с использованием



Рис. 11. Изготовление макета трехслойного перекрытия с гофрированным средним слоем методом инфузии

метода инфузии существенно уменьшают трудоемкость и повышают качество изготовления по сравнению с методом контактного формования (ручной выкладки), что в итоге способствует повышению их прочностных характеристик и (или) снижению массы.

Трехслойные конструкции с армированным средним слоем могут применяться не только в корпусах и надстройках судов из ПКМ, но и на металлических судах – в надстройках, о чем говорилось выше, а также для изготовления переборок, выгородок, платформ и отдельных палуб. Для соединения этих конструкций с металлическими связями разработаны работоспособные и надежные клееболтовые соединения, прошедшие всестороннюю проверку в эксплуатационных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булкин В.А., Козлов С.Д., Лебедева Г.Н., Рыжкин А.Е., Федюнок Н.Н. Конструкция и прочность надстройки из полимерных композиционных материалов. – Тр. ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 2006, вып. 27(311), с. 23–43.
2. Булкин В.А., Голубев К.Г., Федюнок Н.Н. Анализ строительства и опыта эксплуатации надстройки из полимерных композиционных материалов на корабле класса «Корвет». – Тр. ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 2011, вып. 58(342), с. 127–136.
3. Федюнок Н.Н. Определение эффективных характеристик конструктивно-ортотропного среднего слоя трехслойных панелей надстройки и выбор его рациональной структуры. – Тр. ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 2006, вып. 27(311), с. 85–98.
4. DIAB Sandwich Concept for Marine Application. Data. DIAB AB. S-31222 Laholm, Sweden.
5. Федюнок Н.Н. Применение полимерных композиционных материалов в зарубежном кораблестроении. Обзор по мат-лам прессы 1990–2006 гг. – СПб.: ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 2009, 114 с.
6. Способ изготовления трехслойных панелей из полимерного композиционного материала со средним слоем из пенопласта, армированного ребрами жесткости. Патент №2429155.– БИ «Полезные модели», 2011. ■

Технология маркировки листового металлопроката является определяющим фактором уровня культуры производства, так как именно маркировка делает из металла деталь, сопровождая ее основной технологической информацией на протяжении всего производственного цикла.

На сегодняшний день в корпусообработывающем производстве в отечественном судостроении практически повсеместно используется технология ручной маркировки деталей и деловых отходов листового металлопроката, что весьма трудоемко и к тому же не позволяет автоматизировать идентификацию деталей электронными устройствами, а значит, и организовать электронный документооборот.

Ручная маркировка зачастую не может быть однозначно считана, что затрудняет идентификацию деталей или дальнейшую работу с ними и затем с изделиями, несущими эту маркировку, например, при насыщении объемных секций. В итоге значительно повышаются непроизводительные издержки и сбивается график работ. Поиск же необходимого делового отхода при ручной технологии маркировки вообще является иррациональным, чрезмерно трудоемким процессом, поскольку хранятся деловые отходы в пачках друг на друге, где однозначная идентификация ручной маркировки весьма проблематична или даже невозможна.

Анализ существующей технологии изготовления листовых деталей корпусообработывающего производства в ОАО «Адмиралтейские верфи» показал, что маркировку деталей из листового металлопроката рабочий выполняет вручную на раскройном столе сразу после плазменной резки, сверяясь с картой раскроя, пишет маркером номер и обозначения.

Разметка листовых деталей хоть и осуществляется автоматически по управляющей программе на машине термической резки, но применяемый метод микроплазменной маркировки весьма ресурсоемок и занимает времени ни чуть не меньше, чем сама резка металла плазмой.

Существуют более эффективные методы маркировки, например, маркировка металла самоклеющимися печатными этикетками и бирками, капле струйная и лазерная маркировка. Для решения задач маркировки в судостроении наиболее рационально использовать метод капле струйной печати, которая позволяет с высокой скоростью без непосредственного контакта с продуктом, при различной пространственной ориентации и под любым углом наносить самую разнообразную информацию, начиная от однострочного текста и штриховых

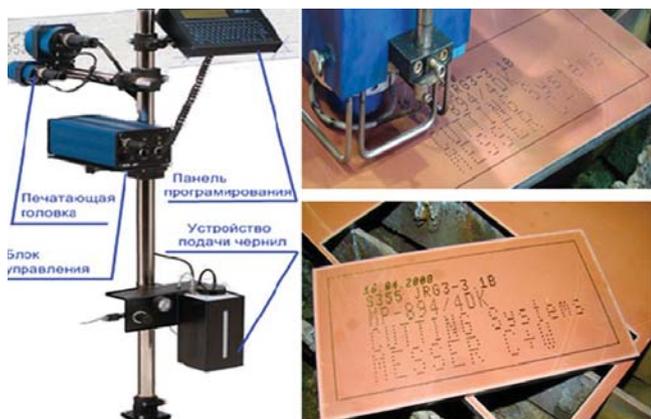


Рис. 1. Капле струйное маркирующее устройство и пример печати

АВТОМАТИЗАЦИЯ МАРКИРОВКИ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛОПРОКАТА И ОРГАНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА В КОРПУСООБРАБАТЫВАЮЩЕМ ЦЕХЕ СУДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

*А.А. Веселов, зам. главного инженера – начальник инновационного отдела,
И.Е. Стыжов, инженер-технолог, ОАО «Адмиралтейские верфи»,
контакт. тел. (812) 714 8848*

кодов и заканчивая изображением высокого разрешения на любой поверхности самого разного материала.

Технология бесконтактного непрерывного капле струйного маркирования основана на печати с помощью отдельных капель чернил, которые отклоняются от первоначальной траектории по индивидуальному закону и, попадая в определенное место на поверхности движущегося или неподвижного продукта, создают требуемое изображение.

При работе могут использоваться два различных типа печатающих головок. Они отличаются по принципу действия. Клапанами в печатающих головках управляют электромагнитные либо пьезоэлектрические преобразователи. Отсюда название: электромагнитные или пьезоэлектрические печатающие головки.

В пьезоэлектрической печатающей головке струя чернил с помощью пьезоэлемента разбивается на множество отдельных капель, которые под давлением вылетают из калиброванного отверстия (сопла); получают индивидуальный заряд и затем пропорционально ему при помощи отклоняющей системы меняют свою траекторию. Чем больше полученный заряд, тем больше отклоняется капля в направлении, перпендикулярном движению портала. Капли чернил с нулевым зарядом не вылетают из печатающей головки, а попадают в ловушку (гаттер) и возвращаются обратно в чернильную систему, что делает технологию высокоэкономичной, так как расходуется только капли, попадающие на лист. Благодаря этому одного литра чернил достаточно, чтобы принтеры напечатали почти 90 млн. символов размером 7×5 капель.

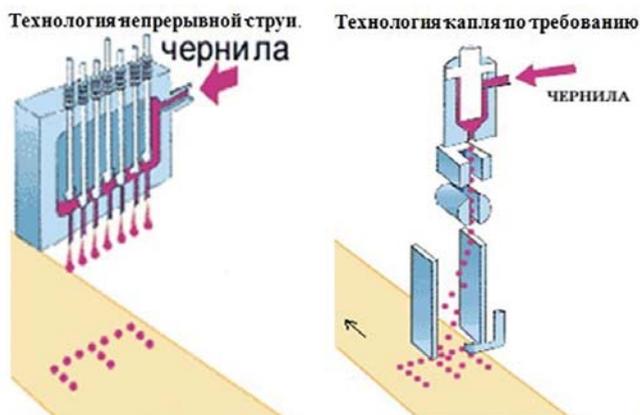


Рис. 2. Технологии капле струйной печати

В электромагнитных печатающих головках используется электродклавная технология (drop-on-demand – капля по требованию), основанная на разовых выбросах чернильных капель из печатающей головки.

Электромагнитные клапаны, используемые в головках, позволяют производить до 4000 капель в секунду. Символы печатаются в форме матрицы, частота открытия клапанов синхронизирована со скоростью перемещения объекта или печатающей головки. При помощи электромагнитных преобразователей управляют положением носика клапанов. Печатающие головки с 25 или 32 точками, отличающиеся по числу клапанов и сопел, установленных в них. Выпускаемые головки позволяют печатать символы высотой от 2,5 до 128 мм. Если необходимы более крупные символы, то можно совмещать головки.

Печатающая головка может работать в одиночном режиме или как часть системы с большим числом головок под контролем блока управления, представляя систему электромагнитных и пьезокерамических пишущих головок как единый печатный орган.

Блок управления, или, как его еще называют, контроллер, предназначен для обеспечения связи между устройством ввода информации и печатающей головкой. Служит для управления различными типами головок, позволяет формировать сложные маркировочные системы из нескольких печатающих головок разного типа и объединять несколько устройств в одно через локальную компьютерную сеть.

В отличие от принтеров малых знаков с пьезокерамической печатающей головкой, использующих технологию непрерывной струи, в принтерах с электромагнитными печатающими головками чернила находятся в замкнутом объеме, и капля формируется при открытии клапанов, одновременно печатается вертикаль матрицы символа.

Используемые чернила позволяют печатать практически на любых материалах, как пористых, так и непористых. Для маркировки загрунтованного листового металлопроката наиболее целесообразно использовать пигментированные чернила, так как они быстро высыхают, имеют хорошее сцепление с материалом, стойкость к воздействию окружающей среды, дневному свету и большому количеству растворителей. Все это делает их идеальными для применения в агрессивных средах; краски водостойкие, смываются спиртом.



Рис. 3. Промышленный каплеструйный принтер портального типа

Изготовление и установка промышленного каплеструйного принтера портального типа с контрольно-измерительной системой технического зрения, позволит:

- автоматизировать ручную маркировку;
- внедрить технологию штрих-кодирования деталей и деловых отходов листового металлопроката;
- выполнять автоматический входной контроль на плоскостность листа;
- контролировать правильность нанесения маркировки.

Разметка деталей, выполненная на автоматизированном каплеструйном маркировочном устройстве, позволит освободить машину термической резки (МТР) от операции микроп-

лазменной разметки, которая проводится гораздо медленнее и стоит дороже, так как сам процесс более сложен и энергоемок. МТР в этом случае будет вести только плазменную резку металла, что позволит сократить время обработки листа на раскройном столе и повысить КПД машин.

Для обеспечения контроля качества габаритов и плоскостности листа, а также проверки точности нанесенной разметки и маркировки, автоматического позиционирования печатающей головки в рабочей зоне можно использовать систему датчиков лазерного слежения, совмещенную с системой высокоточных цифровых видеокамер. Такая система технического зрения позволит в автоматическом режиме производить позиционирование печатающей головки без выравнивания листа, а также вести автоматический учет количества обработанных листов металлопроката.

На сегодняшний день существует много различных систем машинного зрения для бесконтактного измерения и позиционирования, состав которых зависит от поставленной задачи. Системы доступны в широком диапазоне моделей с различной производительностью: цветные, высокоскоростные, высокого разрешения, защищенные, компактные.

Системы машинного (технического) зрения сегодня являются одними из ключевых элементов при обеспечении автоматизации производственных процессов – это электронная альтернатива человеку на операциях визуального контроля качества продукции.

С помощью систем технического зрения надежно решаются задачи идентификации и поиска дефектов изделия, контроля его геометрических размеров и формы, точности и качества сборки, а также отклонения этих и других параметров от допустимого значения. При этом точность контроля и измерений значительно выше, чем при выполнении этих же операций вручную. Высокая точность измерений (до 10 мкм) при контроле размеров в реальном масштабе и времени позволяет своевременно внести корректировки в технологический процесс и исключить брак, обеспечив 100%-ный контроль размеров каждой единицы продукции.

Промышленные системы технического зрения позволяют не только обнаружить дефекты, но и оценить их размеры, классифицировать по типам дефектов, вести статистики, а также сохранять и выдавать результаты работы за заданный период с возможностью автоматического создания отчетов. Правильная классификация обнаруженных дефектов помогает выявить причины их возникновения и своевременно внести необходимые корректировки в производственный процесс.

Современные системы машинного зрения интегрируются с существующими механизмами и легко встраиваются в производственные линии. Возможна интеграция видеокамер с приводами и системой управления движением, что позволит отслеживать перемещение портала. Видеокамеры могут устанавливаться непосредственно на обрабатываемое оборудование с целью контроля положения рабочего органа.

Измерение выполняется бесконтактно, с помощью цифровых промышленных видеокамер, сфокусированных при помощи лазерного датчика и установленных в соответствии с условиями базирования объекта и схемой измерений. Специализированные модули подсветки увеличивают оптический контраст изображения и обеспечивают устойчивость системы к изменению условий внешнего освещения.

Создание системы технического зрения на базе специализированной измерительной промышленной видеокамеры, поддерживающей технологию лазерной триангуляции, позволяет одновременно регистрировать изображение заготовок, полученные как с помощью технологии лазерной триангуляции, так и линейного сканирования. Суть триангуляции заключается в том, что при освещении объекта линейным лазером его свет отражается от поверхности и попадает на сенсор камеры, определяя значение высоты и профиля поверхности по всей

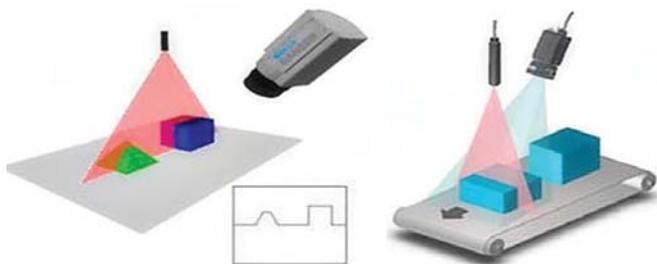


Рис. 4. Технология функционирования контрольно-измерительной системы

линии лазера. В измерительных системах лазеры – генераторы линии – позволяют реализовать технологию линейной триангуляции, которая дает возможность, измеряя профили сечений, получить полное трехмерное отображение любых заготовок и деталей.

Для позиционирования печатающей головки в рабочей зоне, входного контроля листа и контроля маркировки с разметкой будет достаточно установить одну цифровую высокочастотную камеру, вторую трехмерную камеру и линейный лазерный датчик измерения расстояний и скорости. Оборудование технического зрения необходимо установить на портале каплеуловителя принтера и навести оптический фокус на рабочую зону.

Таким образом мы получаем автоматизированный портальный принтер, который управляется с ЭВМ, автоматически осуществляет входной контроль, маркировку и разметку листового металлопроката, проверяет правильность печати, создает базу данных замаркированных листов и брака. Маркировка и разметка листового металлопроката при этом не сложнее, чем печать документов на обычном офисном принтере.

При использовании технологии штрих-кодирования появится возможность ввода и вывода информации об объекте учета с помощью электронных устройств, за счет чего будет внедрен автоматизированный электронный учет и документальное оформление всех операций с металлом.



Рис. 5. Внедрение штрих-кодов «Code 93»

Технология штрих-кодирования позволит автоматизировать ввод данных и сделает возможным однозначную идентификацию маркировки электронными устройствами. Автоматическая идентификация путем оптического считывания и распознавания штрих-кода – наилучший метод учета операций. Штриховые коды точно отображают информацию и достаточно надежны в отношении ее хранения, даже при механических повреждениях кода, он способен сохранять данные, которые оптически могут считываться широким спектром сканирующих электронных устройств. Для решения задач судостроения целесообразно использовать линейный штрих-код, читаемый в одном направлении (по горизонтали); он избыточен по высоте: в вертикальной плоскости все его линии несут абсолютно одинаковую информацию. Это свойство линейных кодировок повышает «живучесть» кода: при повреждении, например, нижней половины штрих-кода верхняя половина все равно полностью сохранит всю записанную в нем информацию.

Организация электронного документооборота путем внедрения программно-аппаратного комплекса (ПАК) беспроводной передачи данных с регистрацией местоположения

передающего устройства позволит автоматизировать учет и контроль технологических и складских операций в корпусообработывающем цехе.

Для автоматического определения местоположения выполняемой в цехе операции необходимо создать ПАК беспроводной электромагнитной системы приема-передачи данных на сверхвысоких частотах 2,4–5 ГГц (Wi-Fi) с возможностью фиксации местонахождения передающего устройства в момент передачи данных об этой операции на сервер.

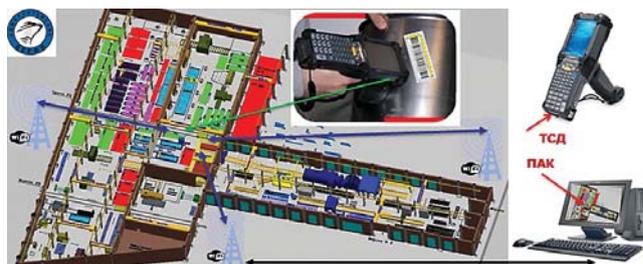


Рис. 6. Система беспроводной передачи данных с регистрацией местоположения передающего устройства, терминала сбора данных (ТСД)

Алгоритм определения местонахождения ПАК может основываться как на анализе задержки времени передачи данных от передатчика к системе приемопередатчиков Wi-Fi (метод триангуляции), так и на анализе самим передатчиком уровня сигнала и данных от приемопередатчиков Wi-Fi, координаты которых известны с высокой точностью и учтены ПАК в системе координат цеха.

Экспериментально установлено, что точность позиционирования такой системы в условиях плотной городской застройки составляет около 5 м. При локальном позиционировании в условиях цеха можно добиться точности от 1 до 2 м. Для повышения точности определения местоположения можно повышать число и мощность приемопередатчиков Wi-Fi, которые используются системой в расчетах.

При использовании ПАК совместно с цифровым прототипом производства на базе трехмерной модели открывается возможность отслеживать в реальном времени материальные потоки, осуществлять компьютерный анализ металлообработки, выявляя нерациональные процессы, и проводить числовые имитационные эксперименты для совершенствования технологии.

Примером использования системы автоматизированного электронного учета является систематизация складирования деловых отходов листового металлопроката (ДОЛМ), основанная на технологии адресного хранения с использованием ПАК беспроводной передачи данных и регистрации местоположения передающего устройства.

Систематизация складирования ДОЛМ и автоматизация их учета, основанные на принципах штрих-кодирования и электронного учета, обеспечат оперативный поиск и экономный подбор ДОЛМ за счет учета адреса хранения. Автоматизированный электронный учет ДОЛМ с автоматической регистрацией местоположения сформирует достоверную базу данных ДОЛМ и создаст информационную систему обратной связи: цех–инженерный центр. Это решит проблему поиска и пересортицы деловых отходов.

Все эти меры могут существенно снизить непроизводительные издержки и оптимизировать производство, обеспечить прозрачность процесса движения материальных потоков и технологических операций, существенно повысив культуру производства. В перспективе установка на всех ответственных этапах изготовления деталей контрольно-измерительных систем откроет возможность автоматизированно контролировать качество и вести учет готовой продукции. ■

Более ста лет ученые в разных странах занимаются проблемой распространения волн напряжений в твердых телах. Проведено много экспериментальных исследований, в которых рассматривались разрушения, вызываемые волнами напряжения. В настоящее время широко используется в экспериментах метод фотоупругости. В 1891 г. этот метод впервые применил Карус Вильсон для изучения местных напряжений в районе приложения сосредоточенной силы в однопролетной балке. Он показал, что распределение напряжений около силы близко к напряженному состоянию полубесконечной пластинки, к кромке которой приложена сосредоточенная сила [1, с.128]. Результаты, полученные Вильсоном, использовал Стокс. Он на напряжения в полубесконечной пластинке наложил напряжения в балке, нагруженной, как показано на рис. 1, б.

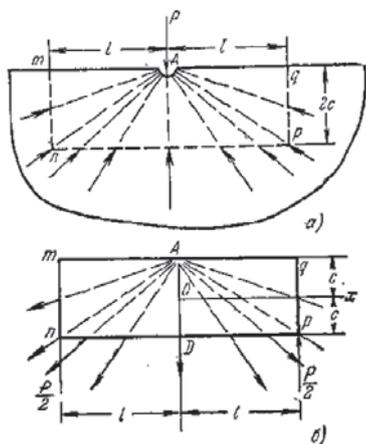


Рис. 1. Задача Стокса

Автором статьи предложено компенсировать напряжения в сечениях mn , pq полубесконечной пластинки (рис. 1, а) наложением полубесконечных пластинок с нормальной или касательной силой. Кромки этих пластинок следует совмещать с нижней кромкой и торцами балки [2, 3]. Метод наложения напряженных состояний полубесконечных пластинок является статическим вариантом волнового метода.

Кольский, Шерман и Кристье провели опыты с образцами из прозрачных материалов, чтобы наблюдать разрушения, происходящие вследствие интерференции между отраженными импульсами давления. Так проводились эксперименты с прямоугольной пластинкой из perspexa (пластицированного полиметилметакрилата) размерами $140 \times 140 \times 6$ мм, на верхнюю кромку которой наклеивался маленький заряд азида свинца весом 0,12 г в центре верхней грани. Крушинка гремучего серебра помещалась наверху заряда, чтобы обеспечить быструю детонацию. Заряд поджигался с помощью проволоочки, нагреваемой электрическим током. Длина импульса сжатия с продолжительностью 2 мкс составляла только 4 мм. От точки взрыва распространялась динамическая падаю-

О ПРИМЕНЕНИИ ВОЛНОВОГО МЕТОДА К ДИНАМИЧЕСКОМУ РАСЧЕТУ БАЛОК

А.В. Нанитухин,
контакт. тел. (812) 723 7623

щая волна напряжения с цилиндрической симметрией (рис. 2–6) [4, с. 1 и 172]. Грубая обработка фотографий показывает, что фронт падающей волны распространялся со скоростью 2700–2900 м/с. Скорость



Рис. 2. Момент времени $t = 10,5$ мкс

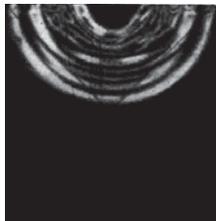


Рис. 3. Момент времени $t = 21,7$ мкс

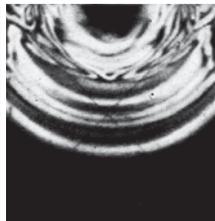


Рис. 4. Момент времени $t = 34,3$ мкс

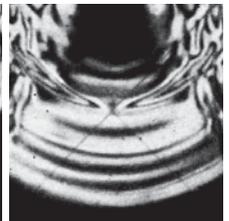


Рис. 5. Момент времени $t = 47,3$ мкс

волн расширения в перспективе составляет около 2000 м/с. Следовательно, фронт падающей волны двигался со скоростью волны расширения c_1 .

Подходя к боковым торцам и нижней кромке, волна напряжения отражалась от них. Отраженные волны напряжений накладывались на падающую волну (см. рис. 4–6). Когда импульс сжатия падает на свободную границу, образуется отраженный импульс растяжения, а при наклонном падении образуется как импульс расширения, так и импульс искажения [4, с.167]. В точках пересечения верхней кромки пластинки с торцами импульсы искажения не образуются, потому что угол падения волны сжатия равен нулю. В определенной зоне рядом с точкой пересечения верхней кромки пластинки с торцами импульс искажения мал (см. рис. 4 и 5), и падающая и отраженная волны распространяются со скоростью волны расширения c_1 . На рис. 4 радиус падающей волны r равен радиусам огибающих отраженных волн от правого и левого торцов $r = r_1$ (рис. 7), а на рис. 5 $r \approx r_1$.

При удалении фронта волны от точки взрыва отраженная волна искажается $r \approx r_1$ (см. рис. 6), но и падает давление на фронте падающей волны, так как давление (напряжение) обратно пропорционально радиусу волны с цилиндрической симметрией.

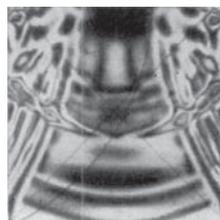


Рис. 6. Момент времени $t = 60,8$ мкс

Влияние свободной поверхности на поле давлений при подводном взрыве рассматривается в акустическом (линейном) приближении. В этом случае граничным условиям отвечает наложение двух полей

разного знака. Наиболее простым методом учета влияния свободной поверхности является метод зеркального отображения источника и стока [5, с. 65]. Сущность этого метода показана для балки на рис. 7.

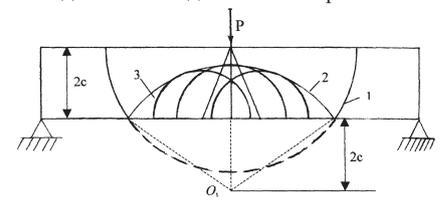


Рис. 7. Отражение падающей волны от нижней кромки балки

1 – падающая волна; 2 – огибающая отраженных волн от нижней кромки; 3 – отраженная волна от элементарного источника волновых возмущений на нижней кромке балки

Учитывая изложенное, можно в первом приближении не учитывать импульсы искажения и считать, что в балке от каждого элементарного источника волновых возмущений распространяется волна напряжения с цилиндрической симметрией со скоростью волны расширения c_1 . Выполненные расчеты напряженных состояний невесомых балок с использованием статического или динамического методов показывают допустимость сделанных допущений, так как погрешность расчетов не превышает 2,6%. Если бы влияние импульсов искажения было бы большим, то это сказалось бы на погрешности выполненных расчетов [2, 6, 7].

Напряженное состояние невесомой балки, изгибаемой мгновенно приложенной силой. В качестве примера был рассмотрен изгиб невесомой свободно опертой балки длиной $L = 16$ с прямоугольного сечения единичной ширины мгновенно приложенной силой $P = = 1,0$ в середине пролета. Для различных

моментов времени (суммарных расстояний S , пробегаемых волной) найдены значения нормальных и касательных напряжений (рис. 8–13) [7].

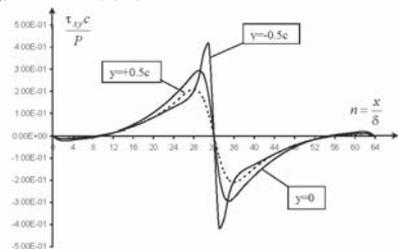


Рис. 8. Распределение τ_{xy} при $S=16c$

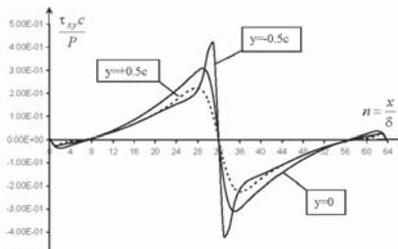


Рис. 9. Распределение τ_{xy} при $S=32c$

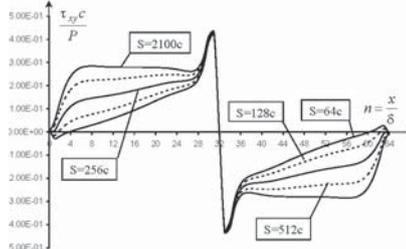


Рис. 10. Распределение τ_{xy} при $y = -0,5c$

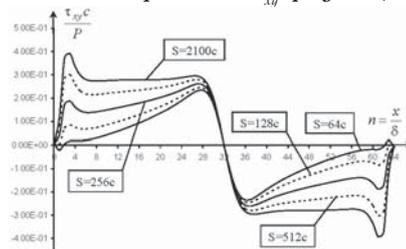


Рис. 11. Распределение τ_{xy} при $y = +0,5c$

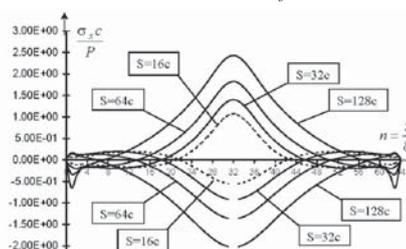


Рис. 12. Распределение σ_x при $S = 16c - 128c$ и $y = \pm 1c$

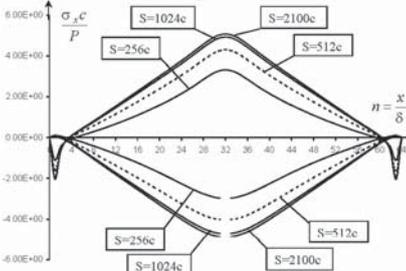


Рис. 13. Распределение σ_x при $S = 256c - 2100c$ и $y = \pm 1c$

Распределение в зависимости от времени напряжений σ_x и τ_{xy} в невесомой балке с консолями $b_1 = b_2 = 0,25c$ длиной $L = 16c$, нагруженной мгновенно приложенной силой $P_{n=32}^{n=1} = 1,0$ в середине пролета, без приложения реакций и сил инерции (см. рис. 31):

$$L = 16c \quad (n = 0 \div 64); \quad b_1 = b_2 = 0,25c; \\ (n = 0 \div 1, \quad n = 63 \div 64); \quad H = 2c \quad (n_1 = 1 \div 9); \\ \delta = \delta_1 = 0,25c.$$

Места приложения реакций $n=1$ и $n=63$.

Когда волновые процессы прекратились (амплитудные значения напряжений на фронтах волн стали бесконечно малыми) и невесомая балка остановилась ($S=2100c$), нормальные напряжения в середине пролета балки $(\sigma_x)_{n=32} = 5,51 \frac{P}{c}$ (второе приближение – изгиб балки с опорными реакциями, определенными в первом приближении). В первом приближении реакции не прикладывались, а определялась их величина по местным касательным напряжениям $R_1 = R_2 = 0,487P$ (погрешность первого приближения 2,6%) [6]. Согласно элементарной теории изгиба, нормальные напряжения

$$(\sigma_x)_{n=32} = 5,81 \frac{P}{c}.$$

В момент остановки невесомой балки касательные напряжения между мгновенно приложенной силой и опорами практически совпали со значениями касательных напряжений по элементарной теории изгиба.

Местные напряжения. Кроме этого, определялись статическим волновым методом местные нормальные и касательные напряжения в районах приложения сосредоточенной силы в балке конечной длины $L=12c$. Эти местные напряжения сравнивались с величинами местных напряжений в балке, которые определил Зеевальд. (рис.14–19) [1, 2].

Местные напряжения τ_{xy} и σ_y в районе приложения силы $P_{n=33} = 1,0$ в середине пролета балки без консолей $b_1 = b_2 = 0$ (500 циклов). Длина квазиконсолей $d_1 = d_2 = 2c$.

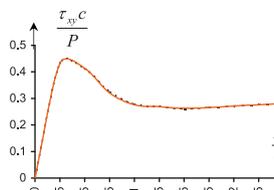


Рис. 14. Местные напряжения τ_{xy} при $y = -0,5c$

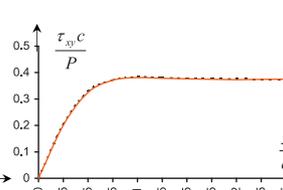


Рис. 15. Местные напряжения τ_{xy} при $y = 0$

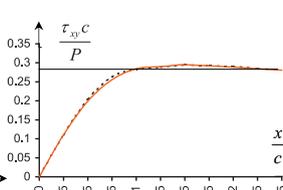


Рис. 16. Местные напряжения τ_{xy} при $y = +0,5c$

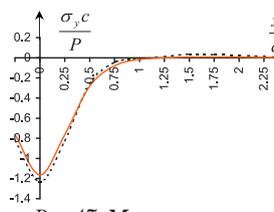


Рис. 17. Местные напряжения σ_y при $y = -0,5c$

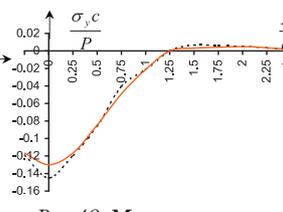


Рис. 18. Местные напряжения σ_y при $y = +0,5c$

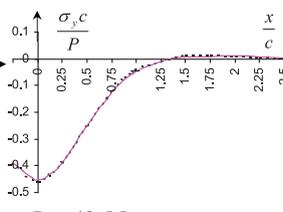


Рис. 19. Местные напряжения σ_y при $y = 0$

На рис. 14–19 пунктиром показаны распределения местных напряжений, определенные Зеевальдом [1]:

$$L = 12c \quad (n_1 = 9 \div 57); \quad b_1 = b_2 = 0; \\ H = 2c \quad (n_1 = 1 \div 9); \quad \sigma = 0,25c; \quad \sigma_1 = 0,25c; \\ d_1 = d_2 = 2c \quad (n_1 = 1 \div 8 \quad \text{и} \quad n_1 = 58 \div 65); \\ \text{реакция } R_1 - \text{ на левом торце } (n = 9), \text{ реакция } R_2 - \text{ на правом торце } (n = 57).$$

Из приведенных расчетов следует, что мы определили достаточно точно, используя динамический или статический волновой метод, статическое напряженное состояние балки. Исходя из этого, можно утверждать, что моделирование динамических процессов изгиба балок выполнено правильно.

Динамический волновой метод. Чтобы найти динамические напряжения, перемещения, скорости и ускорения элементов балки, следует рассматривать напряженное состояние невесомой балки под действием внешних динамических сил и напряженное состояние весомой балки под действием сил инерции. Наложение этих двух напряженных состояний позволит нам определить динамические напряжения и перемещения балки. При этом необходимо суммировать напряжения и перемещения в одни и те же промежутки времени, т.е. пробегаемое волной суммарное расстояние S для всех элементарных источников волновых возмущений должно быть одинаковым.

Ранее был рассмотрен метод наложения напряженных состояний полубесконечных пластинок (статический волновой метод) [2, 3, 6], который разрабатывался для решения статических задач. В этом методе использовалась динамическая модель волнового процесса в балке, изгибаемой внешней нагрузкой. Так как амплитуды волн напряжений со временем стремятся к нулевым значениям, можно суммировать напряжения в рассматриваемых точках от всех волн независимо от времени прихода их в точку. Важно только учесть все волны напряжений, которые достигают этой точки. Поэтому для сокращения программы расчета и времени счета было предложено считать в каж-

дом цикле (верхняя и нижняя кромки, правый и левый торцы), что волны напряжений от внешних сил, реакций и из всех элементарных источников волновых возмущений достигают всех свободных точек на краях балки в каждом цикле одновременно. Такая квазидинамическая модель волнового процесса позволяет определить статическое напряженное состояние балки. Одновременно с расчетом общих изгибных напряжений определяются местные напряжения в районе приложения внешних сил и реакций, а также вырезов в балках. Кроме расчета призматических балок, волновой метод позволяет находить напряженное состояние балок переменного сечения, кривых брусьев и колец единичной толщины.

Согласно принципу Гюйгенса, каждая точка волны либо поверхности, с которой волна взаимодействует, может рассматриваться как элементарный источник волновых возмущений. Пользуясь этим представлением, нетрудно построить фронт распространяющейся волны (рис. 20) [5, 8, с. 229]. Как мы видим, из элементарных источников волновых возмущений распространяются волны со сферической симметрией.

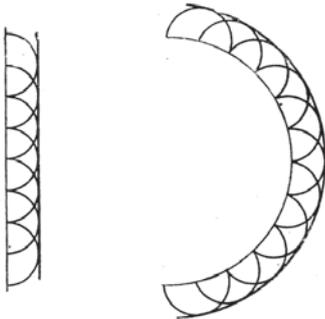


Рис. 20. Построение фронтов волн по принципу Гюйгенса

Все сосредоточенные внешние силы, реакции и напряжения в элементарных источниках волновых возмущений заменяются равномерно распределенными нагрузками, расположенными на малых участках кромок балки единичной толщины (площадь участка $f = \sigma \cdot 1,0$). Мы имеем плоское напряженное состояние (двумерную задачу), поэтому распространяются волны с цилиндрической симметрией.

В каждый момент времени t результирующая напряжений на фронте волны с цилиндрической симметрией должна уравновешиваться силой, приложенной в элементарном источнике волновых возмущений на свободных краях балки единичной толщины. Такой силой будет либо внешняя сила, либо нормальная сила $\sigma_y \delta$, либо касательная сила $\tau_{xy} \delta$.

Расстояние между источниками δ не должно быть больше $0,25c = 0,125H$, где H – высота балки [2]. Источники можно размещать на расстояниях, отличающихся друг от друга ($\delta \neq \text{const}$). Обозначим номера источников волновых возмуще-

ний на верхней кромке, на нижней кромке, на правом торце и на левом торце балки соответственно через l, n, m и k .

Скорости распространения падающей и отраженных волн одинаковые и равны скорости распространения волны расширения

$$c_1 = \sqrt{\frac{\lambda + 2 \cdot \mu}{\rho}}, \quad (1)$$

где λ и μ – упругие постоянные, называемые константами Ламе; ρ – плотность материала.

В стальных бесконечных телах скорости распространения волны расширения $c_1 = 5940$ м/с и волны искажения $c_2 = 3220$ м/с [4, с. 182].

Можно вместо времени t рассматривать пробегаемое волной расстояние $S = c_1 \cdot t$.

Если внешняя сила $P(l, S_0)$ приложена в источнике номер l на верхней кромке невесомой балки, а падающая волна отражается в точке номер n на нижней кромке балки, то напряжения на нижней кромке $\sigma_r(n, S_n) = -\frac{2P(l, S_0) \cos \theta}{\pi \cdot S_{l,n}}$, $\sigma_\theta = \tau_{r\theta} = 0$, (2) где $S_{l,n}$ – расстояние между источником номер l и точкой номер n ; θ – полярный угол.

Суммарное расстояние, пробегаемое волной, $S_n = S_0 + S_{l,n}$. В начальный момент времени $S_0 = 0$.

Потом определяются напряжения на правом и левом торцах от внешней силы. Если теперь отраженная волна из источника номер n на нижней кромке невесомой балки достигнет точки номер m на правом торце, то напряжения на правом торце

$$\sigma_{1r}(m, S_m) = \frac{2\sigma_y(n, S_n) \cdot \delta \cdot \cos \theta}{\pi \cdot S_{n,m}}$$

и

$$\sigma_{2r}(m, S_m) = \frac{2\tau_{xy}(n, S_n) \cdot \delta \cdot \cos \theta_1}{\pi \cdot S_{n,m}}, \quad (3)$$

где θ и θ_1 – полярные углы, отсчитываемые от направления соответственно нормальной и касательной силы, а $S_{n,m}$ – расстояние между источником номер n и точкой номер m .

Суммарное расстояние, пробегаемое волной, $S_m = S_n + S_{n,m} = S_{l,n} + S_{n,m}$.

Аналогично рассматриваем распространение отраженных волн напряжений из всех элементарных источников волновых возмущений от нижней кромки до верхней кромки правого и левого торцов. Для этого накладываем $2n$ полубесконечных пластинок.

Далее переходим к рассмотрению отражения от правого и левого торцов. Потом цикл (верхняя кромка, нижняя кромка, правый торец, левый торец) повторяется. Обычно выполняется от 500 до 3000 циклов.

Для определения сил инерции следует вычислить перемещения, скорости и ускорения элементов невесомой балки. Балка мысленно разрезается на параллелепипеды единичной ширины, длиной δ и высотой $H = 2c$.

В первом приближении перемещение φ_n , скорости $\dot{\varphi}_n$ и ускорения $\ddot{\varphi}_n$ рассчитываются для центров тяжести этих параллелепипедов невесомой балки под действием внешних сил для трех последовательных малых интервалов времени $t_1 = \Delta$, $t_2 = 2\Delta$ и $t_3 = 3\Delta$ (первое приближение – квазидинамическая модель волнового процесса).

Тогда в момент времени t_1 перемещение $\varphi_2 = \varphi_1 + \dot{\varphi}_1 \Delta$ и скорость $\dot{\varphi}_2 = \dot{\varphi}_1 + \ddot{\varphi}_1 \Delta$, а в момент времени t_3 перемещение $\varphi_3 = \varphi_2 + \dot{\varphi}_2 \Delta$ и скорость $\dot{\varphi}_3 = \dot{\varphi}_2 + \ddot{\varphi}_2 \Delta$.

Следовательно, в момент времени t_1 скорость $\dot{\varphi}_1 = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\Delta}$, а в момент времени

$$t_2 \text{ скорость } \dot{\varphi}_2 = \frac{\varphi_3 - \varphi_2}{\Delta} \text{ и в момент времени } t_1 \text{ ускорение } \ddot{\varphi}_1 = \frac{\dot{\varphi}_2 - \dot{\varphi}_1}{\Delta}. \quad (4)$$

Таким образом, в первом приближении в момент времени $t_1 = \Delta$ силы инерции параллелепипедов $F_1^n = \rho(2c\delta)\ddot{\varphi}_1$.

Зная величину силы инерции, можно перейти к расчету весовой балки в первом приближении. Вначале рассматриваем воздействие силы инерции как силы, приложенной в точке бесконечной пластинки. Совмещаем точки бесконечной пластинки с центрами тяжести параллелепипедов.

Тогда напряжения на свободных краях балки

$$\sigma_r(n, S_n) = -\frac{(3 + \nu) F_1(l, S_0) \cos \theta}{4\pi S_{l,n}};$$

$$\sigma_\theta(n, S_n) = \frac{(1 - \nu) F_1(l, S_0) \cos \theta}{4\pi S_{l,n}};$$

$$\tau_{r\theta}(n, S_n) = \frac{(1 - \nu) F_1(l, S_0) \sin \theta}{4\pi S_{l,n}},$$

где ν – коэффициент Пуассона; θ – полярный угол, отсчитываемый от направления силы инерции. Сила инерции приложена в источнике номер l на нейтральной оси балки, а падающая волна отражается в точке номер n на свободных краях весовой балки.

Далее расчет продолжается с использованием зависимостей (3) аналогично расчету невесомой балки [7]. Вычисляются перемещения w_1, w_2, w_3 , весовой балки для моментов времени $t_1 = \Delta$, $t_2 = \Delta$, $t_3 = \Delta$. Эти перемещения w_1, w_2, w_3 суммируются с перемещениями $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$, невесомой балки. Используя зависимости (4), определяем силы инерции во втором приближении и повторяем расчет весовой балки во втором приближении. Полученное напряженное состояние весовой балки суммируется с напряженным состоянием невесомой балки для момента времени $t_1 = \Delta$ (второе приближение – динамическая модель волнового процесса). Далее переходим к рассмотрению следующего интервала времени $t_2 = 2\Delta$.

В первом приближении определяем перемещения, скорости и ускорения центров тяжести всех параллелепипедов

невесомой балки для трех последовательных малых интервалов времени $t_2 = 2\Delta$, $t_3 = 3\Delta$ и $t_4 = 4\Delta$. Используя зависимость $\varphi_2'' = \frac{\varphi_3' - \varphi_2'}{\Delta}$, находим в момент времени $t_2 = 2\Delta$ силы инерции параллелепипедов $F_2^n = \rho(2c\delta)\varphi_2''$ в первом приближении (первое приближение – квазидинамическая модель волнового процесса).

Вычисляются перемещения w_2, w_3, w_4 весомой балки для момента времени $t_2 = 2\Delta, t_3 = 3\Delta, t_4 = 4\Delta$, используя зависимости (5) и (3). Перемещения $\varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$ невесомой балки определяем аналогично первому интервалу времени. Потом перемещения невесомой и весомой балок суммируются и вычисляются силы инерции во втором приближении. Расчет весомой балки повторяется. Далее суммируются напряженные состояния невесомой и весомой балок для момента времени $t_2 = 2\Delta$ (второе приближение – динамическая модель волнового процесса).

Затем переходим к рассмотрению третьего интервала времени $t_3 = 3\Delta$ и т. д.

При достижении статического положения невесомой балки при действии мгновенно приложенной силы ($S=2100c$) наступает равновесие между внешней мгновенно приложенной силой и силами упругости изогнутой невесомой балки. Весомая балка под действием сил инерции совершает свободные колебания после остановки невесомой балки.

Напряженное состояние невесомой балки, изгибаемой периодической силой. Был выполнен расчет напряженного состояния невесомой балки прямоугольного сечения единичной ширины длиной $L = 16c$ ($n_1 = 0 \div 64$) с консолями длиной $b_1 = b_2 = 0,25c$ ($n_1 = 0 \div 1, n_1 = 63 \div 64$), изгибаемой ступенчатой пе-

$\delta = 0,25c$. Сила имеет амплитуду $P = 1,0$ и период $S_T = 512c$ (рис. 21) [7].

В первом приближении изгиб балки рассматривался без опорных реакций. На нижней кромке балки выделялись места приложения реакций (точки $n = 1$ и $n = 63$), в которых нормальные напряжения σ_y не компенсировались, т. е. не прикладывались равные и противоположно направленные силы. Во всех циклах напряжения в этих местах суммировались [6].

Периодическая сила заменялась некоторым количеством мгновенно приложенных сил, которые прикладывались к невесомой балке в определенное время (рис. 21 и 22) [5, с. 113].

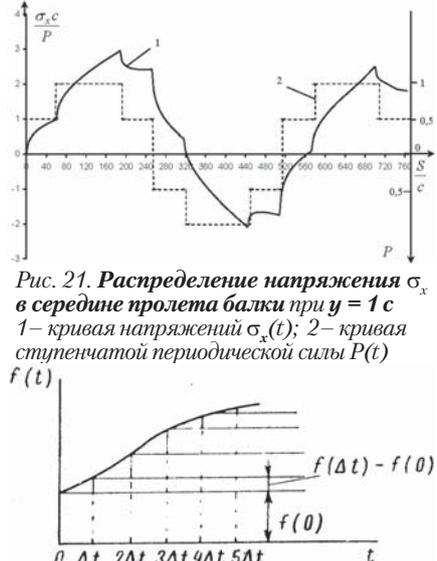


Рис. 21. Распределение напряжений σ_x в середине пролета балки при $y = 1c$ 1 – кривая напряжений $\sigma_x(t)$; 2 – кривая ступенчатой периодической силы $P(t)$

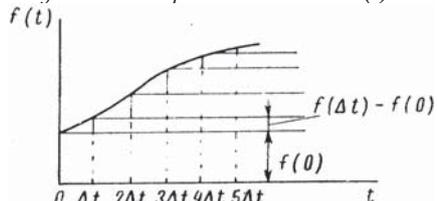


Рис. 22. Замена графика функции ступенчатой кривой

Под действием периодической силы невесомая балка совершает колебательное движение (рис. 21–30). Период измене-

и концевые участки изгибаются в противоположные стороны (см. рис. 23, 29).

С начала движения до момента времени $S=192c$ невесомая балка получает максимальные напряжения (см. рис. 21, 29):

$$(\sigma_x^{y=1c})_{n=32}^{S=192} = 2.675 \frac{P}{c}$$

В дальнейшем амплитудные значения напряжений выравниваются (см. рис. 23, 29, 30):

$$(\sigma_x^{y=1c})_{n=32}^{S=448} = -1.776 \frac{P}{c}$$

и

$$(\sigma_x^{y=1c})_{n=32}^{S=704} = 2.184 \frac{P}{c}$$

Если вместо периодической силы на невесомую балку будет действовать в середине пролета мгновенно приложенная сила $P_{n=32}^{S=1} = 1$, то в момент остановки балки при $S = 2100c$ максимальное нормальное напряжение будет равно $(\sigma_x^{y=1c})_{n=32}^{S=2100} = 5.077 \frac{P}{c}$ (первое приближение – изгиб балки без приложения опорных реакций).

ЛИТЕРАТУРА

1. Тимошенко С. П., Дж. Гудьер. Теория упругости. – М.: Наука, 1979. – 560 с.
2. Напитухин А. В. Волны напряжений в балках и пластинках // Морской вестник. – 2004. – №3.
3. Он же. Волны напряжений в балках и пластинках. – Тр. Науч.-техн. конфер. «Бубновские чтения», посвященной 100-летию кафедры строительной механики корабля. – СПбГМТУ, 18 – 19 ноября 2004 г.
4. Кольский Г. Волны напряжения в твердых телах. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1955. – 192 с.
5. Замышляев Б. В., Яковлев Ю. С. Динамические нагрузки при подводном взрыве. – Л.: Судостроение, 1967. – 385 с.
6. Напитухин А. В. Волны напряжений в многопролетных балках // Морской вестник. – 2005. – №2.
7. Он же. Применение динамического волнового метода к определению напряженного состояния балок. – Мат-лы конференции по строи-

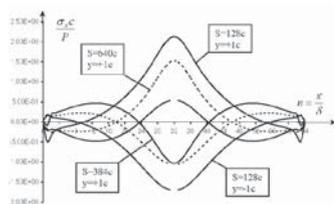


Рис. 23. Распределение σ_x при $S = 128c, 384c, 640c$ и $y = \pm 1c$

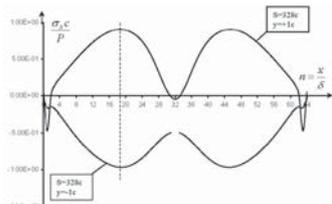


Рис. 24. Распределение σ_x при $S = 328c$ и $y = \pm 1c$

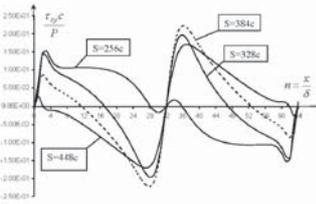


Рис. 25. Распределение τ_{xy} при $S = 256c, 328c, 384c, 448c$ и $y = \pm 0,5c$

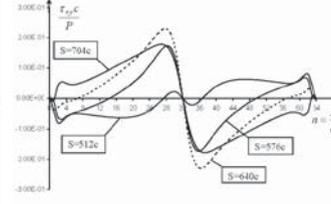


Рис. 26. Распределение τ_{xy} при $S = 512c, 576c, 640c, 704c$ и $y = \pm 0,5c$

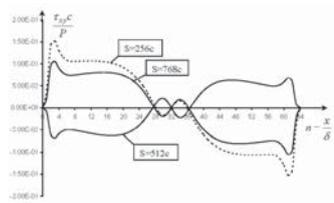


Рис. 27. Распределение τ_{xy} при $S = 256c, 512c, 768c$ и $y = \pm 0,5c$

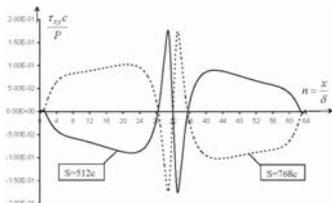


Рис. 28. Распределение τ_{xy} при $S = 512c, 768c$ и $y = \pm 0,5c$

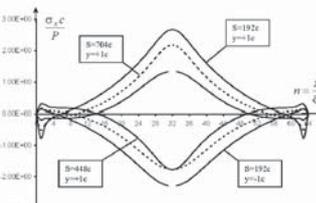


Рис. 29. Распределение σ_x при $S = 192c, 448c, 704c$ и $y = \pm 1c$

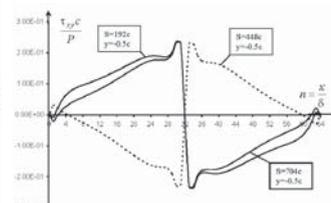


Рис. 30. Распределение τ_{xy} при $S = 192c, 448c, 704c$ и $y = \pm 0,5c$

риодической силой $P(t)$ в середине пролета. Места приложения реакций $n = 1$ и $n = 63$ (см. рис. 31). Расстояние между источниками волновых возмущений

нормальных напряжений σ_x в середине пролета балки приблизительно равен периоду возмущающей силы $S_T = 512c$ (см. рис. 21). В процессе колебаний средний участок

тельной механике корабля памяти профессора П. Ф. Папковича, 18 – 21 ноября 2005 г.

8. Яковлев Ю. С. Гидродинамика взрыва. – Л.: Судпромгиз, 1961. – 315 с. ■

НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП СТАНОВЛЕНИЯ ЛЕДОВОЙ ПРОЧНОСТИ СУДОВ

*К.Е. Сазонов, д-р техн. наук, ФНЦ «ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова»
контакт. тел. (812) 723 6023*

Необходимость обеспечения дополнительной прочности судов, эксплуатирующихся в ледовых условиях, была осознана практически одновременно с их появлением. Уже первые плавающие во льдах суда постоянно получали ледовые повреждения корпуса [1]. В течение практически всего XIX столетия владельцы судов на свой страх и риск укрепляли корпуса ледоколов и судов ледового плавания. В это же время сложилось понятие «ледового пояса» как участка корпуса судна, контактирующего со льдом и требующего упрочнения.

Научные исследования, положившие начало становления новой инженерной науки – ледовой прочности судов, были предприняты адмиралом С.О. Макаровым и А.Н. Крыловым в связи с необходимостью реконструкции первого арктического ледокола «Ермак». В 1900 г. адмирал С.О. Макаров обратился к только что назначенному на должность начальника опытового бассейна А.Н. Крылову с просьбой провести испытания модели ледокола «Ермак» с целью исследования давления льда на форштевень ледокола. Эти испытания были успешно выполнены [2], а их результаты опубликованы в книге С.О. Макарова «Ермак» во льдах» [3]. В ходе этих работ и подготовки рукописи к печати между С.О. Макаровым и А.Н. Крыловым велась оживленная переписка [4], в которой обсуждались многие актуальные вопросы, в том числе, и вопросы ледовой прочности ледокола.

По приглашению С.О. Макарова А.Н. Крылов принял участие в феврале 1900 г. в рейсе ледокола «Ермак» к о. Гогланд, где проводились работы по снятию с камня броненосца «Генерал-Адмирал Апраксин». Как указывает П.Ф. Папкович [5], в этом рейсе А.Н. Крылов пытался использовать тензометр, разработанный И.Г. Бубновым для определения напряжений в связях корпуса под действием ледовой нагрузки. Опыт оказался неудачным. В письме к С.О. Макарову от 6 марта 1900 г. А.Н. Крылов сообщает, что «определить напряжения связей я не мог, отчасти от не вполне исправного состояния приборов, а главное от отсутствия навыка обращения с ними» [4].

А.Н. Крылов привлек к обсуждению ледовых проблем известного русского механика Н.Е. Жуковского. В ходе совместного обсуждения ими была сформулирована задача теории упругости, которая имеет непосредственное отношение к определению воздействия льда на форштевень ледокола. Это задача о действии сосредоточенной силы на кромку полубесконечного ледяного поля (рис. 1). По мнению А.Н. Крыло-

ва, в ходе решения этой задачи необходимо было определить, «как распределяются напряжения вокруг точки приложения A этого усилия и по какой линии наступит излом площадки» [4]. Позже эта задача была решена Л.С. Гильманом [6] и Д.Е. Хейсиным [7].

Тем не менее научные исследования еще долго не оказывали влияния на развитие ледоколостроения. Так, заказанный в Англии мощный ледокол «Святогор» («Красин») проектировался по прототипу, в качестве которого был выбран «Ермак» С.О. Макарова [1]. Менее мощные ледоколы и суда ледового плавания тем более проектировались на основании данных о подходящих прототипах.

Политические события, протекавшие в России с конца русско-японской войны до середины 20-х гг. XX в., не способствовали развитию учения о ледовой прочности судов, в основном в этот период предпринимались попытки обобщения опыта эксплуатации ледоколов и судов

ледового плавания, включая анализ ледовых повреждений судов [8,9]. Однако В.И. Арнольд-Алябьев, анализируя аварии, произошедшие в зимнюю навигацию 1927 г. в Финском заливе, пытался оценить ледовую нагрузку на корпус, возникающую при сжатиях льда [9]. Им рассмотрена схема сжатия льдом борта судна (рис. 2), в которой разрушающая нагрузка определялась по формуле $P = KF$, где P – разрушающая нагрузка; K – временное сопротивление материала (льда) сжатию; F – поперечное сечение данного куска материала. В приводимых в статье расчетах В.И. Арнольд-Алябьев эту величину определял как произведение толщины льда на 1 м.

Для выполнения расчетов им были проанализированы данные о прочности льда, известные к тому времени. В своей расчетной схеме автор попытался учесть различия в механических свойствах льда по толщине, обусловленные изменением температуры слоев льда по вертикали. В.И. Арнольд-Алябьев предложил раз-

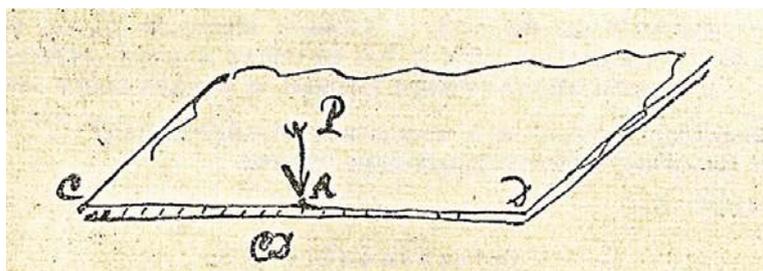


Рис. 1. Схема задачи теории упругости, связанная с воздействием льда на форштевень ледокола. Рисунок из письма А.Н. Крылова адмиралу С.О. Макарову

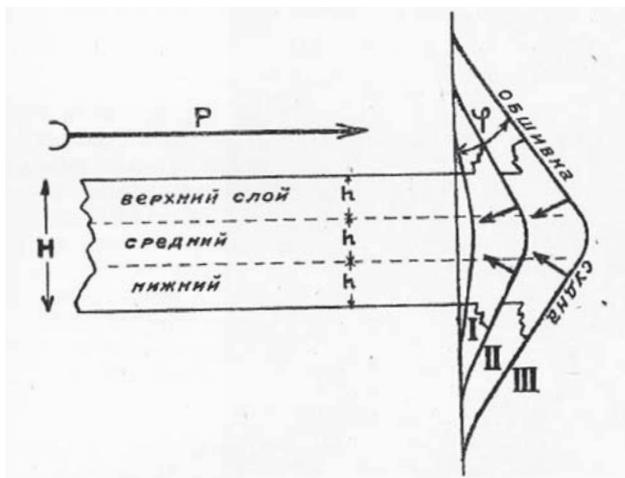


Рис. 2. Схема «вмятия льдом борта судна»
I, II и III – различные моменты усиливающегося сжатия и повреждения борта

делить ледяной покров на три слоя по толщине, в каждом из которых температуру считать постоянной. Такой подход позволил ему определить погонную нагрузку на борт судна в зависимости от температуры воздуха и толщины ледяного покрова. Так, для льда толщиной 60 см ледовая нагрузка на 1 м длины борта при температуре воздуха до -2°C составит 60 т, при устойчивом морозе $-2^{\circ}\text{C} - 80$ т, а при морозе $-10^{\circ}\text{C} - 120$ т. В.И. Арнольд-Алябьев оценил наибольшую нагрузку, которая может быть. Он пишет: «Для наиболее мощного в Финском заливе ровного льда толщ. в 100 см на морозе 10° получим наибольшую из величин, которые можно ожидать, – 200 т на пог. метр».

В конце 20-х гг. прошлого столетия в связи с задачами развития промышленности СССР возник вопрос о необходимости консолидировать усилия по развитию судостроения. Было организовано Всесоюзное объединение судостроительной промышленности «Союзверфь», в которое вошли все судостроительные заводы. Тогда же был создан Научно-исследовательский институт судостроения (НИСС). В НИСС по инициативе П.Ф. Папковича была организована лаборатория по измерению деформаций судовых конструкций. Сотрудниками этой лаборатории предпринимались попытки измерения деформаций судов ледового плавания, в том числе и при их движении во льдах [10]. Однако изучение поведения судовых конструкций под действием льда не являлось основной задачей этих исследований, в которых в основном изучались изгиб корпуса на волнении и вибрация.

В это время в судостроительных кругах активно обсуждались вопросы, связанные с постройкой ледоколов и судов ледового плавания. Особенно остро этот вопрос встал после организации 17 декабря 1932 г. Главного управления Северного морского пути (Главсевморпуть) во главе с О.Ю. Шмидтом [11]. Были начаты проектные проработки перспективных судов для плавания во льдах и ледоколов.

Одним из первых крупных начинаний Главсевморпути стала организация ледового похода парохода «Челюскин». История этого плавания хорошо известна [11]. Менее известно, что во время плавания «Челюскина» впервые проводились измерения деформаций корпусных конструкций под действием ледовой нагрузки*. Эти измерения выполнялись сотрудником Ленинградского физико-технического института

* Принято считать, что первые измерения деформаций корпуса в ледовых условиях были выполнены во время высокоширотного рейса ледокольного судна «Садко» в 1935 г. [12]

И.Г. Факидовым** (рис. 3) и студентом-практикантом ЛКИ А.П. Апокиным [13]. Аппаратура для проведения измерений была предоставлена лабораторией НИССа, сами же сотрудники лаборатории в походе «Челюскина» участия не принимали [14]. Одной из задач, стоявших перед И.Г. Факидовым, было исследовать работоспособность различных приборов для измерения деформаций, в том числе и таких, которые ранее не применялись в судостроении, например, электроакустического прибора системы И.Н. Давиденкова. Полученные данные использовались при проектировании ледокольного грузового судна [15].



**Инженер-физик И.Г. Факидов
(1906 – 2002)**

Помимо измерений деформаций корпуса были изучены еще повреждения, полученные «Челюскиным» во время ледового плавания. Их описанию посвящена работа [16] инженера П.Г. Расса. Интересно, что в этой работе подробно описан случай «отраженного» удара, в результате которого в корпусе «Челюскина» образовалась пробоина выше ватерлинии. В конце своей работы П.Г. Расса формулирует требования к перспективным ледокольным судам: «Наша задача заключается в том, чтобы строить такие суда (грузовые транспорты – *Прим. К.С.*), которые могли бы благополучно и безопасно плавать в Арктике, обладая в то же время достаточной грузоподъемностью и не нося на себе излишнего мертвого груза в виде собственного веса».

В дальнейшем работы по исследованию деформации корпусов ледоколов и судов ледового плавания под

**Факидов Ибрагим Гафурович окончил ЛПИ, затем работал в ЛФТИ АН СССР, физик-магнитолог, в 30-х гг. XX в. участвовал в ряде полярных экспедиций. В годы войны занимался размагничиванием кораблей на Тихоокеанском флоте. После войны заведующий лабораторией ИФМ УНЦ АН СССР, Свердловск, профессор.

действием ледовой нагрузки были продолжены. В 1934 г. состоялся высокоширотный рейс ледокольного парохода «Садко». Изучением поведения судна во льдах занимались И.Г. Факидов, А.И. Дубравин, Н.П. Шандриков. Полученные результаты наблюдений, были опубликованы в работе [17]. П.Ф. Папкович и Ф.В. Яновский отметили, что эти результаты «подтвердили желательность продолжения экспериментальных исследований судов ледового плавания» [14].

В 1935 г. сотрудники НИСС приняли участие в двух экспедициях: на ледоколе «Ермак» и ледокольном пароходе «Сибиряков». На «Ермаке» работала научная бригада во главе с Ф.В. Яновским, а на «Сибирякове» с В.В. Давыдовым. Рейс «Сибирякова» проходил в относительно легких ледовых условиях, поэтому основное внимание исследователей было направлено на наблюдения за поведением судна в различных ледовых условиях, оценку методики измерения и проверку пригодности использованной аппаратуры [18].

Плавание ледокола «Ермак» проходило в более тяжелых условиях, что позволило получить большой объем интересной информации. Измерения деформаций осуществлялось почти 100 приборами различных типов, в том числе и самописцами. Параллельно с измерением деформации корпуса осуществлялась регистрация ледовых условий и скорости хода ледокола. Предварительный анализ результатов позволил П.Ф. Папковичу и Ф.В. Яновскому [14] сделать выводы о прочности ледоколов типа «Ермак», которые затем использовались при проектировании первых советских ледоколов.

В этой же работе на основе анализа опыта ледового плавания были выделены три основных сценария взаимодействия корпуса судна со льдом, при которых возможно получение ледовых повреждений [14]:

«а) давление форсируемого ледяного поля на оконечность ледокола, его ломающего;

б) давление от ударов корпуса об отдельные льдины при ходе в битом льду и пробитом канале;

в) давление ледяного поля, в котором зажат судно при зимовке».

В этих трех направлениях концентрировались дальнейшие исследования ледовой прочности судов, большое внимание уделялось дальнейшему совершенствованию методики натурных измерений деформаций корпуса. Осуществлялась разработка новых контактных прогибометров, специально предназначенных для исследования прочности набора ледоколов [19]. Достоинством этих приборов являлась возможность син-

хронно фиксировать деформации от различных ударов, измерять деформации в значительном числе точек борта, возможность установки датчиков в заполненных водой отсеках и т.п.

В 1936 г. были выполнены натурные исследования прочности ледокольного парохода «Садко» и ледокола «Красин». Во время зимнего зверобойного рейса на ледокольном пароходе «Садко» под руководством В.В. Давыдова была выполнена большая программа натурных измерений, включавшая в себя исследования деформации шпангоутов в носовом трюме (рис. 4), наблюдения за обшивкой корпуса и изучение воздействий на корпус ледовых сжатий [18]. По результатам измерений было установлено, что на среднюю часть корпуса действовала нагрузка, равная 38 т/м².

В этом же рейсе принял участие Л.М. Ногид, который в своем отчете [20] подробно анализирует и критикует применяемую методику измерения деформаций с помощью движков системы НИСС. Для определения деформаций необходимо было выполнить два замера с помощью движков: начальный и конечный. По их разности можно было судить о величине деформации с точностью до десятых долей миллиметра. Для повышения точности измерений им было сделано несколько предложений, например, о размещении движков группами на измеряемых связях. Кроме этого, в местах ожидаемых максимальных прогибов предлагалось располагать два движка рядом, что позволяло повысить надежность изме-

В 1936 г. под руководством Ф.В. Яновского были выполнены натурные испытания ледокола «Красин» во время его работы в восточном секторе Арктики. Результаты испытаний были опубликованы в 1937 г. [21]. Эти испытания были интересны тем, что позволяли сравнить показатели ледовой прочности двух самых мощных в то время ледоколов: «Ермака» и «Красина». На основании полученных данных автор статьи делает вывод о предпочтительности конструкции корпуса «Ермака», у которого переход от «жесткого набора носовой части корпуса к сравнительно слабому набору средней части сделан постепенно».

К сожалению, в 1936 г. программа натурных исследований ледовой прочности судов была свернута. Натурные исследования ледовой прочности возобновились только после войны.

Практически одновременно с экспериментальным изучением прочности корпусов ледоколов и судов ледового плавания были начаты теоретические исследования. Одной из главных задач этих исследований была разработка методики восстановления ледовой нагрузки по результатам замеров деформаций корпуса и анализа полученных ледовых повреждений. Одной из первых работ, выполненных в этом направлении судостроителями, является статья А.К. Осмоловского [22], опубликованная в Трудах ВНИТОСС в 1934 г. Статья подготовлена на основании доклада, сделанного 14 декабря 1933 г. на общем собрании членов секции прочности и строительной механики корабля

«Метод сил» базировался на следующих положениях:

- сила, обусловленная взаимодействием со льдом, считается приложенной в виде сосредоточенной к шпангоуту;
- наличие заделки учитывается только до напряжений ниже предела текучести, при достижении предела текучести поворот сечения возможен;
- соблюдается равенство моментов как у заделки, так и в точке приложения силы.

«Метод деформаций» основывался на использовании уравнения работы при вариации внешних сил, при этом предполагалось, что сечения изгибаемых балок остаются плоскими и допустимо использовать зависимость L . Прандтля для деформаций и напряжений за пределом упругости.

Оба метода были использованы для анализа ледовых повреждений, полученных судами при движении во льдах Финского залива, и показали близкие результаты. Это позволило А.К. Осмоловскому утверждать, что «максимальная величина $P \cong 19,0$ т является, по нашему мнению, исключительной и нормальным стандартом в первом приближении, обеспечивающим проходимость финских льдов, можно считать 15,0–16,0 т (на шпацию 620–685 мм)».

После доклада А.К. Осмоловского во время прений многие специалисты высказались по затронутому вопросу. В выступлениях А.И. Маслова и В.И. Арнольд-Алябьева указывалось на необходимость определения усилий, действующих на корпус, исходя из прочностных свойств льда, причем А.И. Маслов готов был поделиться с присутствующими своими исследованиями в этом направлении. По мнению В.И. Арнольд-Алябьева, предложенная максимальная нагрузка не может быть принята для всех условий, так как она получена на ограниченном числе случаев. Л.М. Ногид высоко оценил работу, но также предложил считать полученные конкретные результаты предварительными.

В 1937 г. в Трудах ВНИТОСС была опубликована статья А.И. Маслова [23], которая впоследствии широко использовалась при разработке теоретических вопросов ледовой прочности. Эта статья была подготовлена по стенограмме доклада автора, состоявшегося 26 февраля 1934 г. в ВНИТОСС. Таким образом, этот материал являлся продолжением обсуждения вопросов, поднятых докладом А.К. Осмоловского.

В своей работе А.И. Маслов, так же как и В.И. Арнольд-Алябьев, попытался определить усилия, действующие на корпус судна, основываясь на изучении деформирования и разрушения ледяного покрова. Для описа-

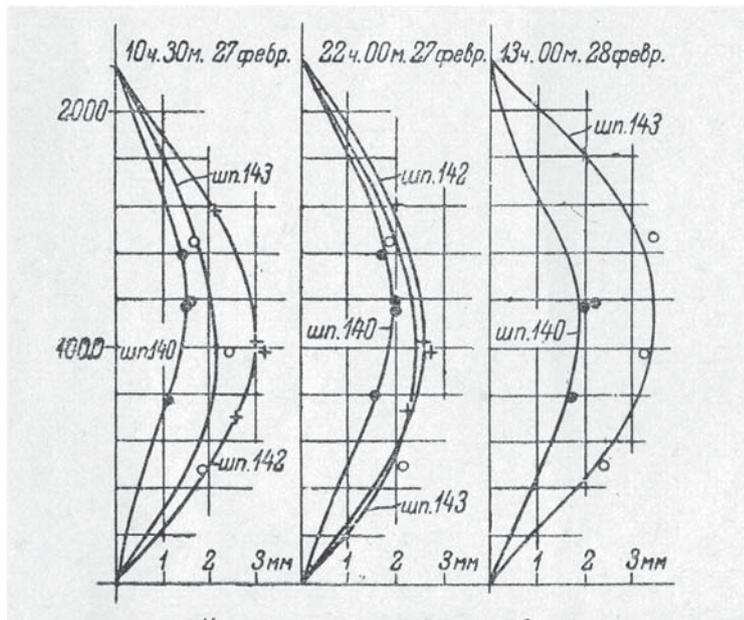


Рис. 3. Упругие линии шпангоутов парохода «Садко» при действии ледовой нагрузки по одновременным наблюдениям

рений в случае невозвращения движка в нулевое положение. Эти предложения были опробованы во время рейса и дали положительные результаты.

ВНИТОСС. В этой работе рассмотрено два возможных подхода к определению ледовой нагрузки на корпус судна: «метод сил» и «метод деформаций».

ния ледяного покрова он использовал простейшую математическую модель – балки-полоски, лежащей на упругом основании. А.И. Маслов указывал, что со стороны корпуса на выделенную полосу льда действуют горизонтальное P и вертикальное усилия Q , поэтому для нахождения ледовой нагрузки он решал следующее уравнение, в предположении бесконечно длинной балки-полоски:

$$y^{IV} + \frac{P}{EI} y'' + \frac{k}{EI} y = 0,$$

где E – модуль упругости льда; I – момент инерции поперечного сечения; k – коэффициент упругости основания.

В работе [23] приводится аналитическое решение поставленной задачи. Величина ледовой нагрузки определялась из условия равенства наибольшего изгибающего балку-полоску момента величине изгибающего момента, при котором происходит разрушение льда. Указанные момент определялся автором на основании данных А.Н. Крылова, который обработал результаты опытов С.О. Макарова по определению прочности льда. Было принято, что растягивающее напряжение в крайних волокнах, при котором происходит разрушение льда, равно 15 кг/см^2 .

Далее А.И. Маслов указывает, что для углов наклона борта судов ледового плавания, меньших $15\text{--}20^\circ$, «реакция льда на корпус (нормальная к борту) практически равна продольной силе, сжимающей лед». При этом величина вертикальной силы будет мало отличаться от произведения продольной силы на угол наклона борта. Это позволяет отказаться от рассмотрения вертикальной силы. В результате решения задачи получены оценки для величины продольного усилия. Эта оценка для толщины льда 60 см во многом совпала с результатами А.К. Осмоловского.

Теоретические методы применялись для изучения процесса удара корпуса судна о лед. В этом направлении работали В.В. Давыдов [24] и Н.А. Заботкин [25], интересная работа которого была опубликована только в 1951 г. Они исследовали процесс удара, исходя из общих решений теоретической механики. По мнению автора первой монографии, посвященной судам ледового плавания, И.В. Виноградова, полученные в этих работах результаты «еще далеки от их практического применения при проектировании судов ледового плавания, но за-

служивают экспериментальной проверке» [26].

Большое влияние на последующее развитие не только ледовой прочности, но и ледовой ходкости, оказала работа тогда члена-корреспондента АН СССР Ю.А. Шиманского «Условные измерители ледовых качеств судна», опубликованная в 1938 г. отдельным изданием в Трудах Арктического института [27]. В этой работе были введены условные (относительные) измерители ледовых качеств судна. Использование этих измерителей позволяло сравнивать между собой различные суда ледового плавания, что открывало возможность обосновано проектировать их «по прототипу». Для оценки ледовой прочности были введены коэффициенты прочности μ_1 – при сжатии во льдах, μ_2 – при выжимании корпуса, μ_3 – при ударе о лед и μ_4 – бортовой обшивки. Эта работа несколько десятилетий являлась практически единственным руководством для проектантов, позволяющим хотя бы условно оценивать ледовые качества проектируемых судов.

Выполненный в данной работе анализ показывает, что к началу 40-х гг. прошлого века ледовая прочность судов сложилась в самостоятельное направление строительной механики корабля. Это направление имело свой специфический объект изучения – ледоколы и суда ледового плавания, эксплуатируемые в ледовых условиях. Внутри этого направления были развиты экспериментальные и теоретические исследования. Можно констатировать, что были созданы все предпосылки для формирования новой технической науки – прочности ледокольного корабля [28].

ЛИТЕРАТУРА

1. Андриенко В.Г. Ледокольный флот России, 1860-е – 1918 гг. – М.: Европейские издания, 2009, 536 с.
2. Сазонов К.Е. Изучение А.Н. Крыловым ледовых качеств ледокола «Ермак». – «Проблемы практического прогнозирования сопротивления воды движению судна: Сб. статей к 100-летию со дня рождения И.В. Гирса. – СПб., 2002, с.86–98.
3. Макаров С.О. «Ермак» во льдах». СПб., 1901.
4. Из переписки А.Н. Крылова с С.О. Макаровым, И.П. де-Колонгом, Н.Е. Жуковским и другими. Публ. Т.А. Красоткиной. /Тр. Института истории естествознания и техники, 1956, т.15, с. 54–168.
5. Панкович П.Ф. Техника измерения деформаций судовых корпусов. – М.: Гострансиздат, 1931, 183 с.
6. Гильман Л.С. Определение напряжений в плавающей ледяной плите, ограниченной прямолинейной кромкой, от дей-

ствия нагрузки, приложенной к кромке. – Тр. Высшего инженерно-техн. училища ВМФ, 1948, вып. 4.

7. Хейсин Д.Е. Прочность ледяного покрова под действием нагрузки, приложенной к его кромке. – Труды ААНИИ, 1960, т.237, с. 133–152.
8. Изучение ледокольного дела в морских портах СССР. М.: Транспечать НКПС, 1925, 216 с.
9. Арнольд-Алябьев В.И. Ледовые аварии в Балтийском море и борьба с ними // Морской сборник. – 1928. – № 4. – С.162–181.
10. Дубравин А.И. [Воспоминания]. – В кн. «Воспоминания о П.Ф. Папковиче». – Л.: Наука, 1984, с.34–47.
11. Белов М.И. История открытия и освоения Северного морского пути. Т.IV. Научное и хозяйственное освоение Советского Севера. – Л.: Гидрометеоздат, 1969, 616 с.
12. Попов Ю.Н., Фаддеев О.В., Хейсин Д.Е., Яковлев А.А. Прочность судов, плавающих во льдах. – Л.: Судостроение, 1967, 224 с.
13. Факидов И.Г. Испытания корпуса «Челюскина». – В кн. «Поход «Челюскина», т.1. – М.: Правда, 1934, с.266–271.
14. Панкович П.Ф., Яковский Ф.В. Экспериментальные исследования судов ледового плавания // Информационный бюллетень НИСС. – 1936. – №1. – С. 3–11.
15. Дриго Ф.И. Строительство ледокольного флота // Советская Арктика. – 1935. – № 2. – С. 8.
16. Расс П.Г. Повреждения корабля. – В кн. «Поход «Челюскина», т.1. – М.: Правда, 1934, с.272–276.
17. Шандриков Н.П. Наблюдения по корабельной части на л/п «Садко» во время экспедиции 1934 года. – В сб.: «Садко» под советским флагом». Л., 1935.
18. Давыдов В.В. Крепость ледокольных судов // Судостроение. – 1937. – №2. – С. 107–113.
19. Мицевич А.К. Контактные прогибомеры для исследования прочности набора ледоколов // Судостроение. – 1937. – №2. – С.132–135.
20. Ногид Л.М. Наблюдения на ледокольном пароходе «Садко» в зимний зверобойный рейс 1936 г. Рукопись. Хранится в НТБ ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова.
21. Яковский Ф.В. Исследование прочности корпуса л/к «Красин» в полярном рейсе 1936 года // Судостроение. – 1937. – №5. – С.356–363.
22. Осмоловский А.К. К установлению стандарта крепости судовых корпусов в условиях ледового плавания. – Тр. ВНИТОСС, 1934, т.1, вып. 2, с.178–188.
23. Маслов А.И. Опыт расчета внешних усилий, действующих на корпус судна в ледовых условиях. – Тр. ВНИТОСС, 1937, т.2, вып. 3, с.129–132.
24. Давыдов В.В. Теоретические исследования удара корабля о льдину // Проблемы Арктики. – 1938. – № 5–6.
25. Заботкин Н.А. Удар ледокола о ледяное поле и вползание его на льдину. – Тр. ЛКИ, 1951, вып.9.
26. Виноградов И.В. Суда ледового плавания. – М.: Оборонгиз, 1946, 237 с.
27. Шиманский Ю.А. Условные измерители ледовых качеств судов. – Тр. АНИИ, 1938, т.130.
28. Мандрыка А.П. Очерки развития технических наук. – Л.: Наука, 1984, 108 с. ■

Форма обводов носовой оконечности ледокола в значительной степени определяет его ледокольные качества и ледовую ходкость. В настоящей работе рассматривается движение ледокола в ровном сплошном ледяном поле. Целью исследования является поиск характеристик формы носовой оконечности, приводящих к минимуму чистого ледового сопротивления. Существует значительное количество методов расчета сопротивления движению ледокола в сплошных льдах. Для анализа выбран метод, разработанный для речных ледоколов и наиболее полно учитывающий физико-механические характеристики льда и особенности формы носовой оконечности [1]. В этом методе форма корпуса учитывается с помощью функций геометрии, представляющих собой некоторые интегральные характеристики судовой поверхности.

В целях проведения вычислительного эксперимента по влиянию параметров формы на ледовое сопротивление разработаны прикладные программы:

- вычисления функций геометрии корпуса и ледового сопротивления;

- генерации теоретического чертежа носовой оконечности.

Генерация теоретического чертежа выполнялась с использованием параметрических функций [2]. Показано, что с помощью ограниченного набора параметров формы можно достаточно точно воспроизвести теоретический чертеж подводной части носовой оконечности речного ледокола. Этими параметрами являются:

- длина носового заострения;
- ширина по конструктивной ватерлинии (КВЛ);
- осадка;
- коэффициент полноты носового заострения;
- длина и положение цилиндрической вставки;
- угол притыкания КВЛ;
- коэффициент полноты носового заострения КВЛ;
- угол наклона форштевня;
- коэффициент полноты и характерная форма мидель-шпангоута.

В частности, для ледоколов проектов Р47 («Портовый»), 16 («Волга»), 1105 («Капитан Чечкин»), 1191 («Капитан Евдокимов») численные значения этих параметров [4] приведены в таблице.

Таблица

Параметры формы корпуса для генерации теоретического чертежа

Параметр	Проект			
	1105	1191	16	Р47
Длина носового заострения, м	31,95	31,025	22,35	9,1
Ширина по КВЛ, м	16	16	11,4	7
Осадка, м	3,25	2,5	2,4	1,8
Коэффициент полноты носового заострения	0,56	0,68	0,548	0,47
Угол притыкания КВЛ, град.	32	80	26	47
Коэффициент полноты носового заострения КВЛ	0,72	0,835	0,7	0,735
Угол наклона форштевня, град.	20	17	23	20
Коэффициент полноты мидель-шпангоута	0,93	0,965	0,915	0,861

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ НОСОВОЙ ОКОНЕЧНОСТИ НА ЛЕДОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ЛЕДОКОЛА

Е.М. Грамузов, д-р техн. наук, зав. кафедры НГТУ,
Б.П. Ионов, д-р техн. наук, начальник отдела ОАО «ОСК»,
Н.Е. Тихонова, канд. техн. наук, доцент НГТУ,
 контакт. тел. (812) 494 1755

Предложенный метод и его программная поддержка позволяют проводить широкий круг прикладных проектных исследований по отношению к форме обводов ледоколов. Покажем, в частности, влияние на ледовое сопротивление углов наклона форштевня и притыкания КВЛ к диаметральному батоксу.

Известно, что оптимальная форма обводов ледокола зависит от ледовых условий, а также от характерных параметров задания на его проектирование (предельная толщина сплошного ледяного покрова, ширина прокладываемого канала и др.). Варьирование параметров выполним для носового заострения ледокола типа проекта 1105 (см. табл., рис. 1). В качестве ледовых условий выбраны «толстый лед» (толщина льда $h = 0,7$ м, скорость хода $v = 1$ м/с) и «тонкий лед» ($h = 0,3$ м, $v = 3,2$ м/с). Физико-механические характеристики ледяного покрова приняты среднестатистическими (плотность льда – $0,9$ т/м³; модуль Юнга – $5 \cdot 10^6$ кПа; коэффициент Пуассона – $0,36$; коэффициент трения льда о корпус – $0,15$).

Поскольку сопротивление носового заострения и цилиндрической вставки описывается различными закономерностями [1, 6], анализируется только сопротивление носового заострения.

Результаты расчетов сопротивления для различных углов наклона форштевня ϕ_1 и притыкания КВЛ к диаметральной плоскости ϕ_2 приведены на графиках рис. 2 – рис. 5. Для удобства анализа сопротивление представлено в безразмерном виде R/R_0 , где R_0 – сопротивление базовой формы (пр. 1105).

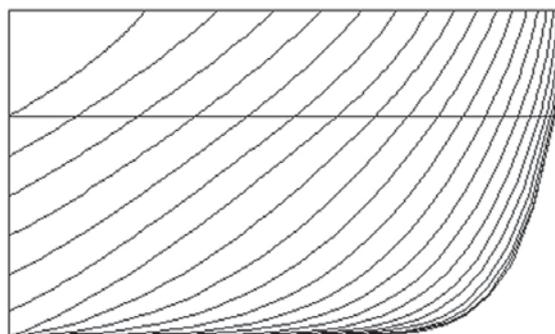


Рис. 1. Проект 1105 («Капитан Чечкин»), полученный с помощью программы генерации теоретического чертежа

На основании результатов расчетов можно сделать следующие выводы.

Ледовое сопротивление не зависит от угла притыкания КВЛ при движении судна в «тонком льду», если угол наклона форштевня меньше 30 град., а также при движении в «толстом льду» при малых углах наклона форштевня (15, 17 град.). При $\phi_1 = 20$ и 25 град. сопротивление практически не меняется при увеличении угла притыкания КВЛ от 50 до 80 град.

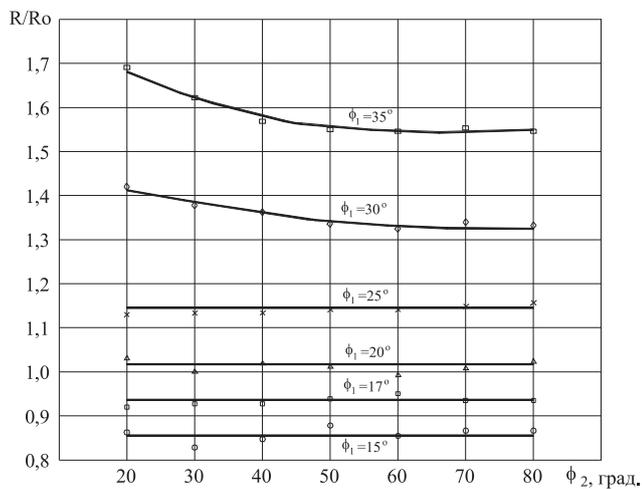


Рис.2. Зависимости R/R_0 от ϕ_2 при $h = 0,3$ м, $v = 3,2$ м/с

Для больших углов наклона форштевня сопротивление падает с увеличением ϕ_2 .

При увеличении угла наклона форштевня и фиксированном значении угла притыкания КВЛ сопротивление также растет, причем наиболее сильно это сказывается при движении в «тонком льду».

Это можно объяснить противоположными изменениями различных составляющих ледового сопротивления, которые можно проследить с помощью функций геометрии корпуса. Так, при увеличении угла притыкания КВЛ уменьшаются следующие составляющие сопротивления и соответствующие им функции геометрии: сила трения льда о корпус судна при разрушении льда форштевнем, смятие кромок при разрушении льда форштевнем и бортами.

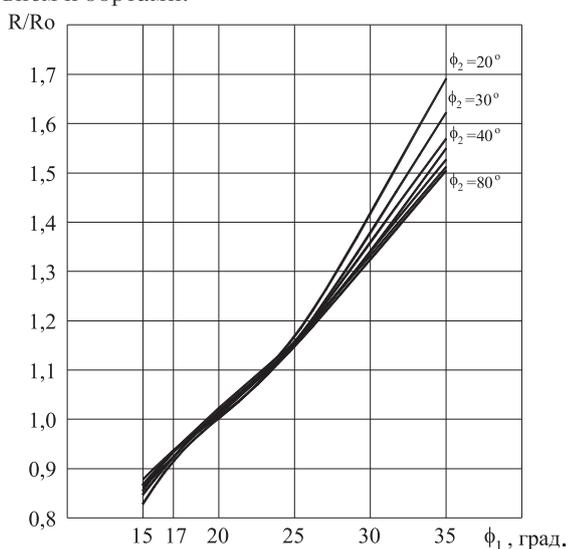


Рис.3. Зависимости R/R_0 от ϕ_1 при $h = 0,3$ м, $v = 3,2$ м/с

Одновременно увеличиваются следующие составляющие: сила трения льда о корпус при разрушении льда бортами, инерционная составляющая сопротивления движению обломков (что особенно сказывается при движении с большей скоростью в «тонком льду»). От соотношения изменений этих составляющих ледового сопротивления и зависит его конечное значение.

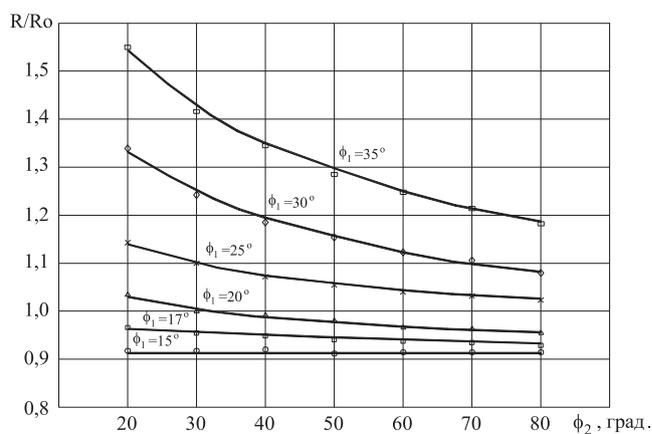


Рис.4. Зависимости R/R_0 от ϕ_2 при $h = 0,7$ м, $v = 1,0$ м/с

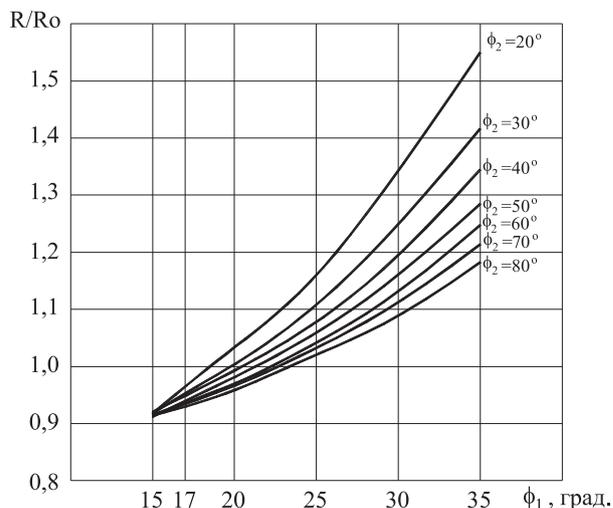


Рис.5. Зависимости R/R_0 от ϕ_1 при $h = 0,7$ м, $v = 1,0$ м/с

При увеличении угла наклона форштевня уменьшаются такие составляющие, как сила трения льда о корпус при разрушении бортами и форштевнем, но увеличиваются смятие кромок, а также скоростные составляющие сопротивления движению обломков, поэтому увеличение сопротивления особенно сказывается при рассмотрении случая движения ледокола в «тонком льду».

Характер графиков, построенных по результатам расчетов, качественно согласуется с данными модельного эксперимента [3, 5], полученными для арктического ледокола типа «Москва».

ЛИТЕРАТУРА

1. Зуев В. А., Грамузов Е. М. Взаимодействие судов со льдом. – Горький: Изд. Горьков. политехн. ин-та: 1988. – 89 с.
2. Ковалев В. А. Новые методы автоматизации проектирования судовой поверхности. – Л.: Судостроение, 1982. – 212 с.
3. Каштелян В. И., Ильчук А. А., Свистунов Б. Н. Эмпирические формулы для оценки ледопроеходимости ледоколов и судов ледового плавания в сплошных льдах. – Теория, прочность и проектирование судов, плавающих во льдах: Межвуз. сб./Нижегород. гос. техн. ун-т, 1995. с.65–74.
4. Зуев В.А. Средства продления навигации на внутренних водных путях. – Л.: Судостроение, 1986. – 207 с.
5. Ионов Б.П., Грамузов Е.М. Ледовая ходкость судов. – СПб.: Судостроение, 2001. – 512 с.
6. Ионов Б.П., Грамузов Е.М., Тихонова Н.Е. Оптимизация основных проектных характеристик ледоколов // Морской вестник. – 2003. – №2(6). – С.33–41. ■

Методы определения числа Струхалия. При обтекании тела, расположенного поперек потока, в области его следа образуется, как правило, система кармановских вихрей. Частота срыва вихрей с поверхности тела определяет основную частоту пульсирующих нагрузок на обтекаемую поверхность, а также частоту пульсаций скорости в следе [1]. Безразмерная частота пульсаций потока определяется числом Струхалия $Sh = nd/v$, где n – частота схода вихрей в герцах, d – характерный поперечный к набегающему потоку размер конструкции, v – скорость набегающего воздушного потока.

Обычно числа Струхалия определяют в модельном эксперименте, а полученные результаты переносят на натурные условия. Указанный прием справедлив для контуров тел с фиксированными точками отрыва потока (угловые точки на поверхности контура), когда течение в следе относительно слабо зависит от числа Рейнольдса. Для нахождения чисел Струхалия используют три основных экспериментальных метода [1]: определение частоты пульсаций скорости в следе; определение частоты переменной силы, действующей на обтекаемое тело, и определение параметров вихревой дорожки Кармана, в частности, частоты срыва вихрей.

Наиболее наглядным экспериментальным методом определения числа Струхалия является метод, связанный с анализом периодических вихрей дорожки Кармана в следе за обтекаемым телом. Известно, что дорожка Кармана наблюдается во всем диапазоне скоростей, начиная с самых малых, характеризуемых числами Рейнольдса порядка 50–70, и кончая числами $Re=10^9 \div 10^{11}$ [1, 4]. Четкая картина развития вихрей Кармана наблюдается в диапазоне $100 \leq Re < 300$, что объясняется отсутствием мелких случайных турбулентных пульсаций в районе линий тока, расположенных вблизи вихрей Кармана. Учитывая этот факт, в ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова была создана по образцу известной установки Г. Верле [3] специальная гидродинамическая труба для визуализации вихревых потоков при малых числах Рейнольдса. На этой установке были проведены исследования по изучению структуры течения за моделями различных тел [4].

Для плохообтекаемых тел структура вихрей в следе остается практически постоянной в очень широком диапазоне чисел Re . Ниже приведено несколько экспериментальных фактов, подтверждающих это положение.

На фотографиях со спутника вихрей в облаках за островами Ян-Майен и Гваделупа (рис. 1, а и б соответственно) хорошо просматривается дорожка

ОБ ОДНОМ ИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛА СТРУХАЛИЯ ПРИ ОБТЕКАНИИ КОНТУРОВ С ФИКСИРОВАННЫМИ ТОЧКАМИ ОТРЫВА ПОТОКА

*А.С. Пузеев, начальник стенда,
А.И. Короткин, д-р техн наук, проф., гл науч сотрудник,
С.Ю. Соловьев, инженер, ФНЦ «ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова»,
контакт. тел. +7 906 251 23 10*

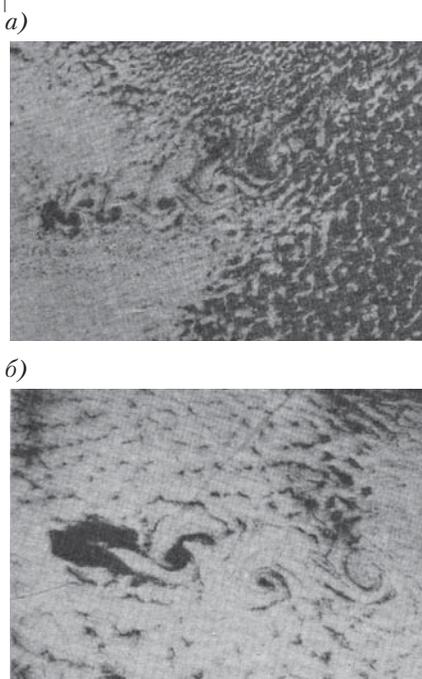


Рис. 1. Вихревой след за островами Ян-Майен и Гваделупа

Кармана идентичная дорожке за круглым цилиндром на (рис. 2), в то время как размер объектов и соответствующие числа Re отличаются на несколько порядков [4].

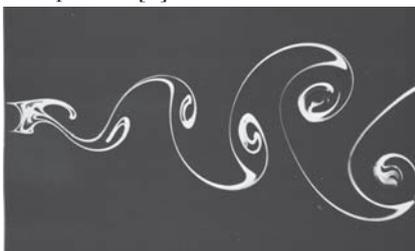


Рис. 2. Вихревой след за цилиндром диаметром 1 см, скорость потока – 1,4 см/с, число $Re = 140$

На рис. 3, а показан вихревой след за пластинкой, расположенной под углом 45° к набегающему потоку, число $Re = 4300$. На рис. 3, б приведен след за танкером «Argo Merchant», севшим на

мель в 1976 г. Вытекающая из него сырая нефть позволяет видеть, что судно оказалось под углом примерно 45° к морскому течению. Хотя число Рейнольдса равно примерно 10^8 , структура следа весьма похожа на след за пластинкой [5].

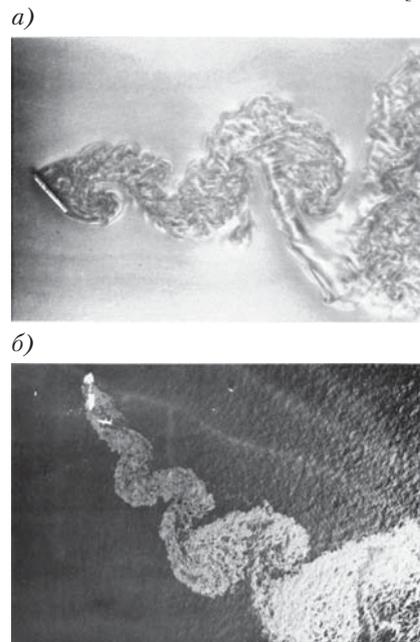


Рис. 3. Вихревой след за пластинкой (а), $Re = 4300$ и за танкером (б), $Re = 10^8$

на носу авианесущих кораблей при определенном направлении ветра образуется интенсивный продольный вихрь, который распространяется над палубой, что может привести к заметному осложнению взлетно-посадочных операций. На рис. 4 показаны фрагменты натурального эксперимента по визуализации этого вихря над палубой судна. Для этого была изготовлена рама с рядами натянутых лесок, к которым с равномерным шагом привязаны ленты. Отклонение и закрутка этих лент хорошо визуализирует вихревое течение.

На рис. 5 показана визуализация этого продольного вихря, но уже на модели

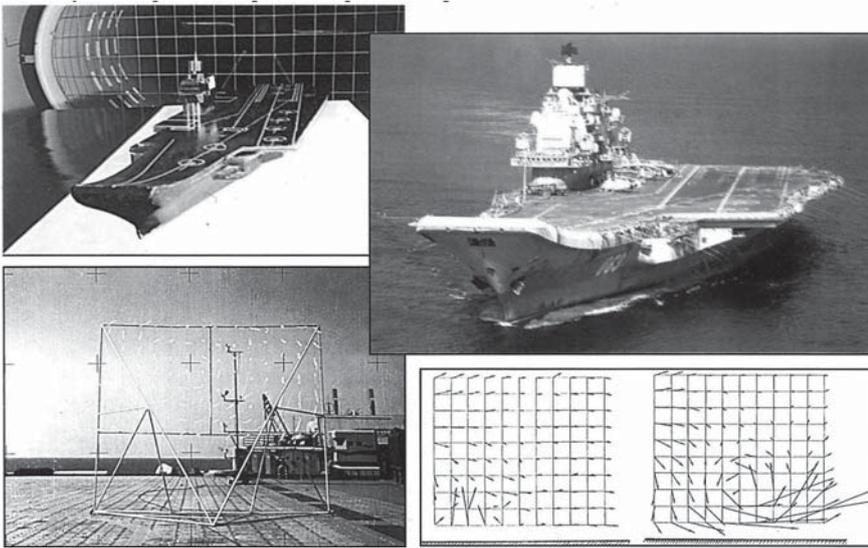


Рис. 4. Фрагменты натурального эксперимента по визуализации продольного вихря над палубой авианосца методом шелковинок

в гидродинамической трубе с помощью струек краски. Картины вихреобразования идентичны.

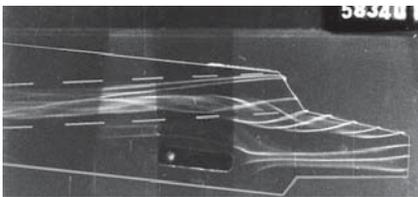


Рис. 5. Модельный эксперимент по визуализации продольного вихря над палубой авианосца в гидродинамической трубе методом краски

Из приведенных выше экспериментальных фактов следует, что тела, обтекаемые с отрывом потока, вихревой след имеет сходную структуру в диапазоне чисел $150 < Re < 10^9$. Это утверждение тем более справедливо, если на обтекаемом теле имеются фиксированные точки отрыва потока. Поэтому с помощью визуализации в гидродинамической трубе можно с приемлемой точностью определить основные параметры вихревой дорожки Кармана, возникающей за контуром с фиксированными точками отрыва потока. Зная указанные параметры, нетрудно определить частоту схода вихрей и соответствующее число Струхала.

Обтекание пролетного строения Волгоградского моста. Аэродинамика мостов и проблема обеспечения их аэроупругой устойчивости начала развиваться после крушения висячего Такомского моста в США в 1940 г. К настоящему времени накоплен большой опыт проектирования мостовых конструкций, но все же последние события показывают, что опасность обрушения мостов под действием ветровой нагрузки существует и по сей день. Примером этому может служить инцидент с мостом в Волгограде, произо-

шедший 20 мая 2010 г., когда под действием ветра мост качался с амплитудой до 1 м (рис. 6).

За три с половиной года до случая с Волгоградским мостом произошло обрушение строящегося моста через реку Западная Двина под Витебском. Этот мост строился методом надвигки: со-



Рис. 6. Колебания пролета Волгоградского моста



Рис. 7. Крушение главного пролета моста через реку Западная Двина под Витебском

бранные на земле металлические конструкции надвигались на опоры. Во время монтажа главные балки жесткости имели лишь консольное закрепление. 27 декабря 2006 г. в процессе монтажа пролет моста длиной 126 м разломался пополам и обрушился в реку (рис. 7). В работе [6] проанализирован этот случай, причиной которого, по мнению автора, стала аэродинамическая интерференция между закрепленными консольно балками жесткости под действием ветра. Известны случаи, когда даже небольшие порывы ветра приводили к значительным колебаниям консольно закрепленных балок мостовых перекрытий [7].

При поперечном обтекании пролетных строений мостов воздушным потоком с них срываются периодические вихри типа дорожки Кармана. Эти вихри становятся причиной возникновения периодической аэродинамической силы на пролетном строении моста. Основная временная частота пульсирующей нагрузки в точности совпадает с основной частотой схода вихрей, так как обе они обусловлены одной и той же частотой пульсаций аэродинамического потока, об-

текающего пролетное строение. Важность определения указанной частоты изменения аэродинамической нагрузки при различных скоростях ветра обусловлена возможностью возникновения резонансных явлений при обтекании конкретной конструкции. Резонанс происходит, когда частота собственных колебаний конструкции по одному из первых трех тонов совпадает с частотой колебаний аэродинамической вынуждающей силы. Другие виды аэродинамической неустойчивости для пролетного строения с отношением ширины пролета к высоте, как у Волгоградского моста ($B/d \approx 5,3$), маловероятны [8].

Для определения частоты схода вихрей с модели пролетного строения Волгоградского моста использовалась визуализация потока в гидродинамической трубе.

На рис. 8 представлены картины течения в следе за моделью пролетного строения моста при угле атаки потока $\alpha = 0^\circ$. Эти два снимка одного и того же режима выполнены в разные моменты. Визуализация течения проводилась методом подкрашенной жидкости.

Приведен и снимок течения при визуализации методом водородных пузырьков (рис. 9).

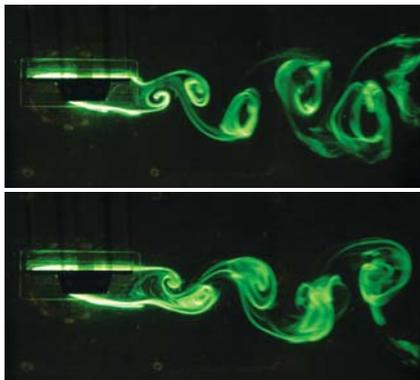


Рис. 8. Вихревой след за Волгоградским мостом. Визуализация краской, $Re = 3000$



Рис. 9. Вихревой след за Волгоградским мостом. Визуализация водородными пузырьками, $Re = 9000$

Анализ указанных фотографий показывает наличие четко выраженного периодического характера следа за про-

летным строением при его поперечном обтекании. Определим на основании полученных фотографий число Sh для вихревой дорожки Кармана. Это число будет соответствовать числу Струхала периодической вертикальной силы, действующей на пролетное строение в натуральных условиях его обтекания ветровым потоком.

Число Струхала в модельном эксперименте находилось из соотношения $Sh = n \cdot d/v$, где n – частота схода вихрей, определяемая по формуле $n = 1/\Delta t$; d – поперечный размер модели. Временной промежуток ($\Delta t = L/V_1$) между сходом с модели двух последовательных вихрей вычислялся делением расстояния L между двумя вихрями в дорожке Кармана на скорость V_1 перемещения вихревой дорожки. Взяв величину $V_1 = 0,8 \cdot V$, соответствующую обтеканию контура с фиксированными точками отрыва [8], получаем соотношение

$$Sh = \frac{1}{\Delta t} \cdot \frac{d}{V} = \frac{V_1}{L} \cdot \frac{d}{V} = \frac{V_1}{V} \cdot \frac{d}{L} = 0,68 \cdot \frac{d}{L}. \quad (1)$$

Используя полученную формулу, находим величину числа Sh . Для модели пролетного строения Волгоградского моста по данным проведенных экспериментов, $Sh = 0,14$. Для пролетных строений различных мостов [9] числа Струхала варьируются в пределах $0,11 \leq Sh \leq 0,18$.

Частота вынуждающей аэродинамической силы, действующей на пролетное строение Волгоградского моста при его поперечном обтекании воздушным потоком, будет зависеть от скорости ветра и определяться соотношением

$$n_{\text{натур}} (\text{Гц}) = Sh \cdot \frac{V_{\text{ветра}} (\text{м/с})}{d_{\text{натур}} (\text{м})} = 0,13 \cdot \frac{V}{d}. \quad (2)$$

Собственная частота колебаний Волгоградского моста по первой форме колебания $\omega = 0,41$, соответственно, когда частота срыва вихрей совпадает с собственной частотой, произойдет ветровой резонанс. По графику на рис. 10 легко определить критическую скорость ветрового резонанса $V_{\text{кр}} \approx 15$ м/с, которая близка к скорости ветра (15–17 м/с) при колебаниях натурального моста по данным метеорологических наблюдений.

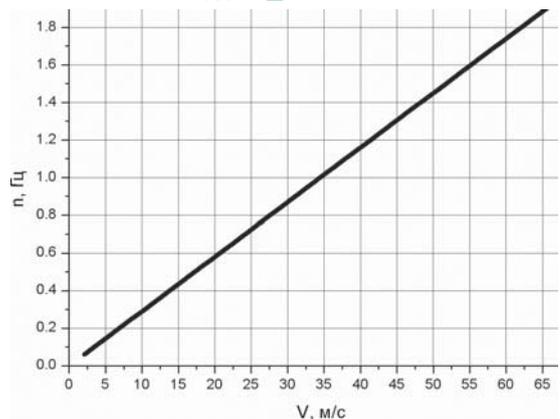


Рис. 10. Зависимость частоты срыва вихрей с пролета Волгоградского моста от скорости набегающего потока при пересчете экспериментальных данных на натурные

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как следует из представленных в статье материалов, гидродинамическая установка для визуализации течений является вполне пригодным экспериментальным средством для изучения вихревых структур, возникающих вблизи поверхности обтекаемых тел. Числа Струхала, рассчитанные на основании изучения вихревых дорожек Кармана за моделями плохообтекаемых тел, позволяют удовлетворительно прогнозировать частоты переменных аэродинамических явлений, наблюдаемых в натуральных условиях, о чем свидетельствуют данные о колебаниях пролетного строения Волгоградского моста, имевшие место 20 мая 2010 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Девнин С. И. Аэрогидромеханика плохообтекаемых конструкций. – Л.: Судостроение, 1983.
2. Симу Э., Скаллан Р. Воздействие ветра на здания и сооружения. – М.: Стройиздат, 1984.
3. Werle H. Le tunnel hydrodynamique au service de la recherche Aerospaciale. 1974, ONERA, Publication №156.
4. Гузев А. С., Гузев М. А. Исследования структуры вихревого следа за профилями различной формы. – Тр. 7-й Международ. НТК Оптические методы исследования потоков, Москва, июнь 2003.
5. Ван-Дайк М. Альбом течений жидкости и газа. – М.: Мир, 1986.
6. Лобановский Ю. И. Дело о «танцующем» мосте, 2010 <http://synerjetics.ru/article/>
7. Саленко С. Д., Обуховский А. Д., Телкова Ю. В. Пассивные гасители аэроупругих колебаний пролетного строения моста на стадии монтажа // Интернет-вестник ВолгГАСУ. – Сер. Политематическая. – 2011. – Вып. 2 (16). – С. 1–8.
8. Казакевич М. И. Аэроупругая неустойчивость балочных мостов // Металлические конструкции, 2010. – Т. 16. – № 3. – С. 163–170. (УАМК).
9. Кочин Н. В., Кибель И. А., Розе Н. В. Теоретическая гидромеханика. – Ч. I. М.: ГИТТЛ, 1955 г. ■

Известно, что основные свойства сложной системы проявляются в процессе ее функционирования. В связи с этим определенным интерес представляет математическое моделирование функционирования отдельных подсистем и элементов корабля с учетом их связей и взаимовлияния. Постановка такой задачи стала реальной с появлением высокоэффективных ЭВМ, обладающих большой памятью и быстродействием. Функциональное проектирование входит составной частью в общую теорию проектирования и имеет своей целью нахождение оптимальной конфигурации технических и боевых средств корабля, взаимодействие основных его функциональных подсистем и элементов, наилучшим образом гарантирующих получение требуемых характеристик корабля в целом при заданных ограничениях в период его функционирования по прямому назначению. Если сопоставить моделирование функционирования корабля и функциональное проектирование, то первое является внешним проектированием, второе – внутренним проектированием, определяющим моделирование внутренней функциональной структуры (рис.1).

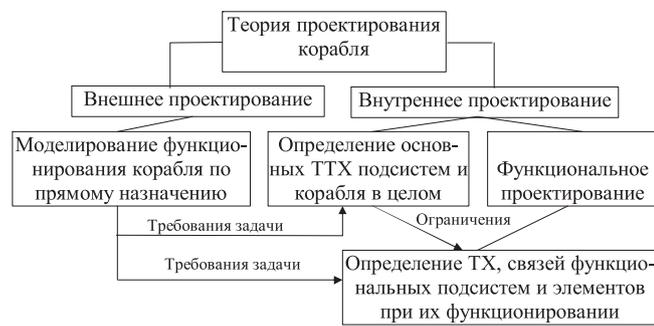


Рис.1. Место функционального проектирования в общей схеме проектирования корабля

Исходя из вышеизложенного определения функционального проектирования, в его основе должны лежать методы, обеспечивающие рациональную внутреннюю структуру и компоновку корабля, включая его архитектуру, для наилучшего функционирования его по прямому назначению. Данные методы сводятся к следующему:

1. В основе исследования любой сложной системы, включая корабль, лежит метод декомпозиции: деление системы на более простые части. В настоящее время это деление осуществляется в основном по конструктивному принципу, например, по нагрузке (корпус, системы, устройства, топливо и т.д.). В функциональном проектировании в основе разделения сложной системы на части лежит функциональный принцип на уровне системы в целом, подсистем, комплексов и элементов. Вследствие этого структуру корабля будем определять как функциональную без уточнения, каков уровень функционального дробления.

Функциональный элемент (ФЭ) как минимальный уровень деления должен иметь достаточно простой конструктив и обладать вполне определенным, закономерным функциональным предназначением. Объем его характеристик зависит от глубины и этапа проектирования.

2. Функциональная компоновка – определение перечня ФЭ, которые должны входить в состав компоновываемого комплекса. В свою очередь, из комплексов компоновывается подсистема, из подсистем – система в целом и т.д. При этом компоновываются различные варианты ФЭ самих комплексов с целью, например, минимизировать стоимость комплекса либо добиться максимальной эффективности при заданных проектных ограничениях. В конечном итоге функциональная компоновка

МЕТОДЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В АНАЛИЗЕ И СИНТЕЗЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

П.А. Шауб, д-р техн. наук, проф., 1 ЦНИИ МО РФ, вице-президент РосНТО судостроителей им акад. А.Н.Крылова, контакт. тел. (812) 232 2026

приводит к функциональной структуре и определенному архитектурному типу вновь проектируемого корабля.

3. Функциональное проектирование, как и обычное проектирование, является многовариантным, а раз так, то должны быть методы выбора наилучшего варианта. Таких методов может быть три: аналитическое моделирование, имитационное и экспериментальное. Мы в дальнейшем разберем аналитическое моделирование. Хотя все перечисленные методы при использовании их в функциональном проектировании имеют положительные и отрицательные стороны, однако эффективное решение задач проектирования возможно лишь при разумном сочетании всех этих методов, о чем и говорилось выше (рис. 2).



Рис. 2. Методы функционального проектирования

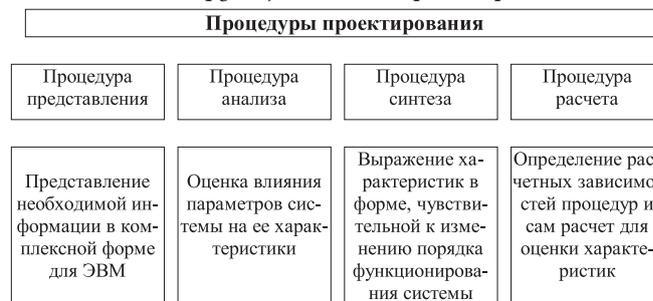


Рис. 3. Процедуры функционального проектирования

4. В основе функционального проектирования должны лежать четыре основные проектные процедуры (рис. 3):

- представления (представление необходимой информации в специальной, компактной форме для ЭВТ);
- анализа (оценка влияния параметров функционирующей системы на ее характеристики);
- синтеза (выражение характеристик в форме, чувствительной к изменению порядка функционирования системы);
- расчета (определение расчетных зависимостей, процедур и сам расчет для оценки характеристик функционирующей системы).

В современном проектировании используются, как правило, две процедуры: анализ и синтез сложной системы, остальные две процедуры не связаны ни между собой, ни с двумя вышеизложенными.

В функциональном проектировании в связи с использованием ЭВМ необходимо использовать все четыре процедуры как равноправные, но во взаимосвязи с применением единого

математического аппарата. Только при таких условиях можно добиться эффективной реализации системного подхода при проектировании корабля как сложной системы.

Таким образом, на этапе функционального проектирования вырабатывается предварительная оценка возможностей получения заданных характеристик вновь создаваемого корабля и его подсистем, производится выбор способа их реализации.

Математический аппарат бесконечнозначной логики (БЛ) может служить адекватным средством описания детерминированных систем обслуживания [4–6].

Следовательно, любую характеристику функционирования произвольной системы можно выразить через ее параметры при помощи логических операций БЛ. Эта возможность гибкого представления различных характеристик функционирования систем в терминах операций БЛ открывает принципиальную возможность единообразного решения всего комплекса задач исследования системы – представления, анализа, синтеза и расчета. Наиболее проблемным является представление сложной системы для ее анализа, синтеза и расчета.

В преодолении этой трудности основную роль играет математический аппарат логического определителя (ЛО). Будучи параметрами укрупненного описания изучаемой системы, логические определители позволяют представить всю заданную информацию о системе в компактной форме, что делает систему как бы «простой» и позволяет исследовать ее методами БЛ. Кроме того, ЛО позволяют ввести в исследование сложных систем ряд упрощений:

- унификация вычислительных процедур, т.е. все задачи расчета, анализа и синтеза сводятся к вычислению тех или иных ЛО;
- получение аналитических условий оптимальности порядка работ в системе и на их основе – процедуры синтеза;
- модификация процедур ветвей и границ, применяемых в задачах синтеза.

Для построения аналога булевой алгебры, пригодного для процесса, когда исходные величины и результаты операции принимают значения из бесконечного множества, используют методы бесконечнозначной логики, где $C = [A, B]$ – некоторый замкнутый интервал множества всех вещественных чисел. Середина этого интервала $M = (A+B)/2$.

Будем действовать в соответствии с операциями двузначной логики, примем $a_1, a_2 \in C$. Тогда

- $a_1 \wedge a_2 = \min(a_1, a_2)$ – операция конъюнкции;
- $a_1 \vee a_2 = \max(a_1, a_2)$ – операция дизъюнкции;
- $\bar{a} = 2M - a$ – операция отрицания.

Функция БЛ – произвольная функция, которая, во-первых, совместно со своими аргументами принимает значения из множества $C = [A, B]$; во-вторых, может выражаться через свои аргументы формулой в виде суперпозиции операций дизъюнкции, конъюнкции и отрицания БЛ.

Множество всех функций БЛ, рассматриваемых совместно с операциями дизъюнкции, конъюнкции и отрицания, называется *алгеброй БЛ*.

Рассмотрим некоторое множество из непересекающихся подмножеств:

$$A_q = Q_1 \cup Q_2 \dots \cup Q_q;$$

$$Q_i = \{a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{im_i}\},$$

где $i = 1, \dots, q$, содержащее $n = \sum_{i=1}^q m_i$ числовых элементов $a_{ij} \in [A, B]$.

Элементы каждого подмножества a_i упорядочены:

$$a_{i1} \leq a_{i2} \leq \dots \leq a_{im_i}.$$

В этом случае множество A_q можно записать в виде

$$A_q = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m_1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{q1} & a_{q2} & \dots & a_{qm_q} \end{pmatrix} \equiv \|a_{ij}\|, \begin{matrix} i = 1, \dots, q; \\ j = 1, \dots, m_i. \end{matrix}$$

Полученная квазиматрица отличается от обычной квадратичной (прямоугольной) матрицы, которая употребляется для решения линейных систем, неодинаковой длиной строк и упорядоченностью элементов в каждой строке. По аналогии с функцией порядковой логики введем порядковый логический определитель r -го ранга от квазиматрицы $A_q = \|a_{ij}\|$, который соответственно будет называться r -функцией $f^{(r)} = (a_{ij}^{(r)})$ от множества $\{a_{ij}\}$ элементов квазиматрицы. В этом случае логический определитель служит как бы числовой характеристикой квазиматрицы. Тогда обозначение ЛО r -го порядка в отличие от квазиматрицы A_q будет иметь следующий вид:

$$A_q^{(r)} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m_1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{q1} & a_{q2} & \dots & a_{qm_q} \end{pmatrix} \equiv \|a_{ij}^{(r)}\|, r = 1, 2, \dots, m.$$

Для каждой квазиматрицы A_q имеется целое семейство определителей $A_q^{(r)}$, получаемых варьированием параметра r ; q может быть как конечной величиной, так и бесконечностью.

В теории БЛ доказывается, что значение общего конечного ЛО q -го порядка r -го ранга с равными длинами строк заключено в следующих симметричных границах:

$$a_1[l] \wedge a_2[l] \wedge \dots \wedge a_q[l] \leq \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{q1} & a_{q2} & \dots & a_{qm} \end{pmatrix} \leq a_1[l] \vee a_2[l] \vee \dots \vee a_q[l],$$

где $l = r/q$.

В соответствии со структурой системы ее представление, анализ, синтез и расчет имеют свои специфические особенности и представляют предмет теории БЛ, которая занимается раскрытием логических определителей в дизъюнктивной или конъюнктивной форме.

При практическом применении порядковой логики для исследования сложных систем возникает необходимость вычисления достаточно больших ЛО. Под вычислением ЛО понимается определение его численного значения.

Для иллюстрации введенных понятий рассмотрим реальную корабельную систему ПВО, например, автономную систему, работающую по принципу последовательного соединения блоков (функциональных элементов).

Постановка задачи. Рассмотрим систему ПВО в виде m последовательно соединенных блоков, где $m = 7$ (рис. 4).

На корабль идет налет n воздушных целей ($n = 6$), каждая из которых проходит обработку из m операций. Обслуживание идет последовательно каждой цели, которые поступают на обработку через 2 с. Режим многопрограммный: одновременно выполняется несколько обработок (работ). Одновременно функционируют все блоки по мере их загрузки, т.е. ведется параллельная обработка целей. При однопрограммном режиме сначала обрабатывается одна цель, потом – другая. Последовательность работ 1,2,4,5,6.

Решение матрицы происходит методом волнового алгоритма, суть которого заключается в следующем.

Составляется матрица времен $A = \|a_{ij}\|$, где i – номер ФЭ комп-



Рис. 4. Структурная схема ПВО

лекса, a_j – номер обрабатываемой воздушной цели соответствующим ФЭ ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$).

В строках проставляется время работы данного ФЭ. Каждый столбец – это время обработки всем комплексом j -той цели. Заполняется первая строка и соответственно первый столбец с учетом времени подлета к зоне обнаружения соответствующей цели. Нижнее значение в каждой клетке указывает на время входа в ФЭ данной цели, верхняя цифра – окончание обработки данным ФЭ. Остальные строки и столбцы заполняются методом волнового алгоритма на основе дизъюнктивного раскрытия ЛО путем сравнения элементов (табл. 1):

$$(a_{kj} \vee a_{k-1,j+1}) + a_{kj+1}$$

Таблица 1

Матрица времен $A = \|a_{ij}\|$

№ п.п.	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	7,5 7,5 0	9,5 7,5 2	11,5 7,5 4	13,5 7,5 6	15,5 7,5 8	17,5 7,5 10			45 1,12
2	8,5 1 7,5	10,5 1 9,5	12,5 1 11,5	14,5 1 13,5	16,5 1 15,5	18,5 1 17,5			6 0,15
3	11,5 3 8,5	14,5 3 11,5	17,5 3 14,5	20,5 3 17,5	23,5 3 20,5	26,5 3 23,5			18 0,45
4	15,5 4 11,5	19,5 4 15,5	23,5 4 19,5	27,5 4 23,5	31,5 4 27,5	35,5 4 31,5			24 0,60
5	16,5 1 15,5	20,5 1 19,5	24,5 1 23,5	28,5 1 27,5	32,5 1 31,5	36,5 1 35,5			6 0,15
6	17,5 1 16,5	21,5 1 20,5	25,5 1 24,5	29,5 1 28,5	33,5 1 32,5	37,5 1 36,5			6 0,15
7	20,3 2,8 17,5	24,3 2,8 21,5	28,3 2,8 25,5	32,3 2,8 29,5	36,3 2,8 33,5	40,3 2,8 37,5			16,8 0,42

Из таблицы видно, что быстродействие равно:

– при многопрограммном режиме

$$T_m(m,n) = A^\vee = 40,3 \text{ с;}$$

– при однопрограммном режиме

$$T_0(m,n) = 121,8 \text{ с;}$$

1. Выгода по сравнению с однопрограммным режимом при многопрограммном режиме есть:

$$\Delta T(m,n) = T_0(m,n) - T_m(m,n) = A^+ - A^\vee = A^\wedge =$$

$$= \begin{vmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{vmatrix} = 81,5 \text{ с.}$$

В относительных единицах эта экономия равна

$$T_0/T_m = 121,8/40,3 \cong 3 \text{ раза.}$$

2. Скорость обработки целей $v = n/T(m,n)$:

– при многопрограммном режиме (см. табл. 1)

$$v_m = 6/40,3 = 0,15;$$

– при однопрограммном режиме

$$v_0 = 6/121,8 = 0,05;$$

3. Важным показателем является загрузка системы. В качестве ее характеристик принимаются следующие: R_k – средняя загрузка k -го блока за время $T(m,n)$; r_k – мгновенная загрузка k -го блока в любой момент времени t ; R и r – соответственно средняя и мгновенная загрузка системы в целом за время $T(m,n)$ в любой момент времени.

$$R_k = \sum_{j=1}^n a_{kj} / T(m,n), \quad k = 1, \dots, m;$$

$$R = \left(\sum_{k=1}^m R_k \right) / m = \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n a_{kj} / m \cdot T(m,n).$$

В нашем случае (см. табл.1):

$$R = 121,8 / (10 \times 40,3) = 0,30;$$

$$R_1 = 45,0 / 40,3 = 1,12;$$

$$R_2 = 6 / 40,3 = 0,15$$

и т.д.

Анализ полученных результатов показывает, что загрузка блоков неравномерна, это говорит о техническом несовершенстве данной системы.

Рассмотрим далее синтез этой системы, например, с целью увеличения ее быстродействия при той же самой структуре.

Под синтезом функционирующей системы будем понимать выбор из множества допустимых процедур заданной совокупности работ [в данном случае – обработка целей) оптимальной процедуры, при которой основные характеристики системы, короче – быстродействие $T(m,n)$ принимает наилучшие (оптимальные) значения. При этом структура является неизменной, а изменяется порядок запуска работ (распределение целей по комплексам), распределение работ между ее блоками, дисциплина обслуживания и т.д. Таким образом, в синтезе функционирующей системы играет доминирующую роль организация ее функционирования, т.е. управление в отличие от синтеза статических систем, где данный вопрос сводится к ее структуризации.

Задача синтеза в данном случае формулируется как распределительная: выбрать из множества допустимых распределений работ между системами, подсистемами, комплексами, ФЭ; распределение оптимальное по заданному критерию. Все эти задачи решаются при помощи рассмотренного нами ранее аппарата ЛО.

В целом задачу синтеза параллельной системы без ограничений, связанную с минимизацией суммарного времени загрузки всех блоков D (минимум суммарных затрат), можно сформулировать математически так: задана матрица $m \times n$ времен работ $A = \|a_{ij}\|$, произвольный элемент матрицы a_{ij} означает время выполнения в блоке i работы j . Рассматривается множество всех булевых матриц $X = \|X_{ij}\|$, $X_{ij} \in \{0,1\}$ того же размера $m \times n$, что и матрица A , удовлетворяющих условию

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = 1, \quad j = \overline{1, n}.$$

Придадим матрице X определенный смысл: будем считать, что выбор конкретного значения X_{ij} означает

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если работа } j \text{ закреплена за блоком } i \\ 0 & \text{– в противном случае.} \end{cases}$$

Тогда выбор конкретной матрицы $X = \|X_{ij}\|$ означает конкретное разбиение множества работ W , которые закрепляются за соответствующими блоками $1, 2, \dots, m$. В этом случае суммарное время загрузки всех блоков системы D будет иметь вид

$$D = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} X_{ij}.$$

Следовательно, наша задача синтеза параллельной системы формулируется как задача линейного булевого программирования: на множестве всех булевых распределяющих матриц X выбрать такую матрицу, которая минимизирует суммарное время загрузки всех блоков, т.е. $D \rightarrow \min$.

Пример:

$$A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \end{vmatrix} \text{ при } X = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{vmatrix}.$$

Распределяющая сумма в этом случае равна $\sum X a_{ij} = a_{21} + a_{23} + a_{13}$, т.е. прикрепление работ 1, 2 к блоку 2, работа 3 – к блоку 1.

Исходя из вышеизложенного, имеем

$$D = \sum' Xa \rightarrow \min, \text{ или } D \rightarrow \Delta \sum_x' xa_{ij};$$

$$D = \sum' Xa \rightarrow \max, \text{ или } D \rightarrow \nabla \sum_x' xa_{ij},$$

что определяется дизъюнктивностью A^v и конъюнктивностью A^{\wedge} ЛО первого рода.

Таким образом, синтез параллельной системы без ограничений по критерию минимума суммарного времени загрузки эквивалентен вычислению конъюнктивного ЛО A^{\wedge} , а по критерию максимума суммарного дохода (быстродействия) – вычислению дизъюнктивного ЛО A^v .

Вышеизложенное рассмотрим применительно к нашей системе ПВО, где мы хотели увеличить ее быстродействие.

Будем считать, что имеем два комплекса ПВО, структура которых показана на рис.4. Распределим наши работы (обработка воздушных целей) следующим образом:

$$X = \begin{vmatrix} 101010 \\ 010101 \end{vmatrix}.$$

Тогда квазиматрица $A = \|a_{ij}\|$, распадается на две матрицы (табл. 2 и табл. 3), соответствующие двум комплексам, которые работают с целями j в порядке, определяемом матрицей X . Очевидно, что быстродействие (эффективность) системы ПВО в этом случае повысилось в среднем в 1,3–1,4 раза. Другие варианты распределения работ являются худшие, так как либо увеличивают простой комплексов, либо создают очередь обрабатываемых целей, что крайне нежелательно.

ВЫВОДЫ

1. Особое место в моделировании сложных систем занимает моделирование процесса их функционирования, что вызывает необходимость формирования особого раздела общей теории проектирования: функциональное проектирование.

2. Функциональное проектирование по отношению к моделированию функционирования корабля (судна) является как бы внутренним проектированием (первое – внешним), оценивающим характеристики подсистем и их связи как между собой, так и корабля в целом в процессе его функционирования.

3. Один из основных методов функционального проектирования – это единство основных процедур исследования сложных систем: представление, анализ, синтез и расчет на основе единого математического аппарата.

4. Основным объектом исследования является функциональный элемент с его характеристиками и связями, образующими сложную систему.

5. По мнению автора, одним из наиболее приемлемых методов математического моделирования функционирования сложных систем, отвечающих единству представления, анализа, синтеза и расчета, является аппарат бесконечнозначной логики. Используя свойства логических определителей, представляется возможность простого описания функционирования сложной системы с использованием связей характеристик подсистем с характеристиками системы в целом и оптимизации их методами дизъюнкции и конъюнкции.

№ п.п.	1	3	5	7	9
1	7,5 7,5 0	11,5 7,5 4	15,5 7,5 8	22,5	0,79
2	8,5 1 7,5	12,5 1 11,5	16,5 1 15,5	3	0,11
3	11,5 3 8,5	15,5 3 12,5	19,5 3 16,5	9	0,32
4	15,5 4 11,5	19,5 4 15,5	23,5 4 19,5	12	0,42
5	16,5 1 15,5	20,5 1 19,5	24,5 1 23,5	3	0,11
6	17,5 1 16,5	21,5 1 20,5	25,5 1 24,5	3	0,11
7	20,3 2,8 17,5	23,3 2,8 20,5	28,3 2,8 25,5	8,4	0,30

Таблица 3

№ п.п.	2	4	6	8	10
1	9,5 7,5 2	13,5 7,5 6	16,5 7,5 10	22,5	0,74
2	10,5 1 9,5	14,5 1 13,5	18,5 1 17,5	3	0,10
3	13,5 3 10,5	17,5 3 14,5	21,5 3 18,5	3	0,30
4	17,5 4 13,5	21,5 4 17,5	25,5 4 21,5	12	0,40
5	18,5 1 17,5	22,5 1 21,5	26,5 1 25,5	3	0,10
6	19,5 1 18,5	23,5 1 22,5	27,5 1 26,5	3	0,10
7	22,3 2,8 19,5	26,3 2,8 23,5	30,3 2,8 27,5	8,4	0,28

ЛИТЕРАТУРА

1. Ашик В.В. Проектирование судов. – Л.: Судостроение, 1985.
2. Броншиков А.В. Проектирование судов. – Л.: Судостроение, 1981.
3. Кабелевский А.Н. Малые ЭВМ. – М.: Наука, 1986.
4. Левин В.И. Структурно-логический метод комбинаторной оптимизации // Автоматика и вычислительная техника. – 1979. – №1.
5. Левин В.И. Определители в бесконечнозначной логике и задачи укрупненного описания сложных систем. // Автоматика и вычислительная техника. – 1976. – №5.
6. Левин В.И. Структурно-логические методы исследования сложных систем с применением ЭВМ. – М.: Наука, 1987.
7. Попов Г.И., Захаров И.Г. Теория и методы проектирования корабля. – Л.: Изд.ВМА, 1985.
8. Худяков Л.Ю. Исследовательское проектирование кораблей. – Л.: Судостроение, 1985.
9. Шауб П.А. Проблемные вопросы современного проектирования судов. // Судостроение. – 1991. – №10. ■

Необходимость выработки конкурентной стратегии фирм обусловлена изменениями темпов роста потребительского спроса. Кроме того, модели конкурентного поведения фирм меняются под воздействием институциональных и законодательных трансформаций, происходящих в развивающейся российской и мировой экономике. Практический опыт западных компаний в различных сферах бизнеса убедительно свидетельствует о важности формирования конкурентной стратегии не только для крупных корпораций, но и для средних, и даже для небольших организаций, производящих самую разнообразную продукцию и оказывающих услуги.

Тенденции развития российской экономики постепенно приводят к смене «рынка продавцов» на «рынок покупателей». При этом большинство фирм реагируют на подобное изменение рыночных условий только активизацией сбытовой политики. Однако в современных условиях хозяйствования одним из условий долгосрочной конкурентоспособности фирмы, ее устойчивого положения на отраслевом рынке становится формирование конкурентной стратегии.

На международном рынке формируется внешнеэкономическая стратегия вначале фирм, отрасли, а затем страны в целом. Основной единицей конкуренции является отрасль, где существует группа конкурентов, непосредственно соперничающих между собой. Стратегически важная отрасль производит продукты со сходными источниками конкурентного преимущества. Разрабатывая конкурентную стратегию, фирмы стремятся найти и воплотить способ выгодно и долговременно конкурировать в своей отрасли. Универсальной конкурентной стратегии не существует. Только стратегия, согласованная с условиями конкретной отрасли промышленности, навыками и капиталом, которыми обладает конкретная фирма, может принести успех.

Выбор конкретной стратегии фирмы определяют два следующих главных условия:

– во-первых, структура отрасли, в которой действует фирма, поскольку суть конкуренции в разных отраслях значительно различается и вероятность долговременного получения прибыли неодинакова;

– во-вторых, позиция, которую фирма занимает в экономических границах отрасли, так как она сама может влиять и на структуру отрасли, и на позицию в «табеле о рангах».

Фирмы, у которых дело идет успешно, не только реагируют на любые

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА КОНКУРЕНТНЫХ СТРАТЕГИЙ В ОТРАСЛЯХ

*Н.М. Вихров, д-р техн. наук, проф.,
ген. директор ЗАО «Канонерский судоремонтный завод»,
А.А. Шнуренко, д-р техн. наук, проф., СПбГУВК,
контакт. тел. (812) 949 2847*

изменения внутри отрасли, но и стараются сами изменить ее к своей выгоде. В конечном счете, фирмы, имеющие конкурентные преимущества, обходят своих соперников. При этом к основным преимуществам в политике хозяйствования относят более низкие издержки производства и дифференциацию производимых товаров (услуг).

Все виды хозяйственной деятельности при конкуренции в какой-либо отрасли условно подразделяются на *категории*, объединенные в так называемую *цепочку ценностей*. Каждое звено этой цепочки вносит свой вклад в потребительную стоимость. Их можно разделить на две категории: первичная деятельность (постоянное производство), сбыт, доставка и обслуживание потребителей и вторичная деятельность (обеспечение компонентами производства), т.е. поддерживающая деятельность.

Избранная фирмой конкурентная стратегия определяет способ выполнения вида деятельности и всю цепочку ценностей. В разных отраслях конкретные виды деятельности имеют разное значение для достижения конкурентного преимущества.

Конкурентные преимущества фирмы также могут быть достигнуты за счет разработки новых способов своей деятельности, внедрения новых технологий или выбора исходных компонентов производства. Такую деятельность можно охарактеризовать как нововведение, в результате которого формируются следующие необходимые условия:

- изменение технологии способствует появлению новых возможностей для разработки образцов товара, новых способов маркетинговых усилий, производства или доставки и улучшения сопутствующих услуг. Реализация именно этих направлений деятельности фирмы чаще всего предшествует стратегически важным нововведениям;

- новые запросы или резко изменившиеся взгляды покупателей на про-

дукцию зачастую становятся важными причинами перехода «из рук в руки» достигнутого ранее конкурентного преимущества фирмы;

- появление нового сегмента отрасли или перегруппировка существующих сегментов, безусловно, открывает еще одну возможность получения конкурентного преимущества;

- изменения абсолютной или относительной стоимости компонентов, таких как рабочая сила, сырье, энергия, транспорт, связь, средства информации или оборудование, также приводит к утрате или приобретению конкурентного преимущества;

- изменение экономической политики и правительственного регулирования в таких областях, как стандарты, охрана окружающей среды и торговые ограничения, еще один стимул для новаций, влекущих за собой появление конкурентных преимуществ.

Таким образом, стремление сохранить имеющиеся у фирмы конкурентные преимущества, должно сопровождаться формированием новых преимуществ, по крайней мере, с такой же скоростью, с какой конкуренты могут копировать уже имеющиеся. Способность фирмы удержать преимущества, достигнутые на основе конкурентной стратегии, – это часто результат простого везения, а именно того, что в отрасли не происходит крупных изменений. Но все-таки чаще она является результатом постоянного обновления с целью адаптации к меняющимся условиям. Силы, позволяющие фирмам страны сохранять однажды достигнутое конкурентное преимущество, – главная опора процветания страны. Лишь немногим фирмам удается действовать по всем вышеперечисленным правилам. Но те, у которых это получается, становятся наиболее конкурентоспособными как на отраслевом, так и на мировом рынке товаров и услуг.

Современная теория отраслевых рынков использует следующую классификацию конкурентных стратегий фирмы:

Модель «продукт–рынок» разработана И. Ансоффом и предназначена к использованию в условиях растущего отраслевого рынка. При этом существует возможность использовать различные разновидности стратегии поведения.

Стратегия горизонтальной диверсификации применяется при производстве новой продукции, которая требует использования новой технологии. Новый продукт ориентирован на потребителя производимого продукта или сопутствует ему. Примером может быть стратегия производства мотоциклов на автомобильном предприятии.

Стратегия центрированной диверсификации – производство новой продукции с использованием существующей технологии. Предприятие начинает выпускать новую продукцию, которая входит в производственный процесс изготовления старого продукта на этапах до или после него. Пример – производитель льняных тканей организует производство одежды из этих тканей.

Стратегия конгломератной диверсификации – производство новой продукции, технологически не связанной с уже производимой продукцией. Данная стратегия наиболее сложна в реализации, так как имеет мало общего с прежними областями деятельности. Пример – организация производства холодильников на металлургическом комбинате.

Модель М.Портера. Организации, решившие использовать эту модель, стремятся достичь лидерства за счет экономии на издержках. Примером успешных результатов такой деятельности может служить компания «Бритиш Юкреиниен Шинбилдерс» (Би-Ю-Эс) по строительству сухогрузов. При постройке корпусов судов задействованы низкооплачиваемые рабочие украинских верфей и используется дешевая украинская сталь. Стоимость продажи таких судов значительно ниже аналогичной продукции европейских и азиатских судостроителей. Так, сухогруз класса «Панамакс» водоизмещением 70 тыс. т оценивается на рынке в 25–26 млн. долл., в то время как аналогичное судно японской постройки стоит 36 млн. долл.

Другой разновидностью модели М.Портера является **стратегия дифференцирования**. В этом случае фирмы стремятся создать такой продукт, который обладает большей полезностью для потребителей по сравнению с продуктом конкурентов. При этом затраты фирм в данной отрасли не относятся к числу первоочередных проблем. Применяют такую стратегию та-

кие известные фирмы как «Mercedes», «Sony», «Braun» и др.

В реальной экономике зачастую используется **стратегия концентрации на сегменте**, когда фирма все свои действия направляет на определенный сегмент рынка. При этом она может стремиться к лидерству также за счет экономии на издержках или к дифференцированию продукта, или к совмещению того и другого.

Модель Филиппа Котлера предполагает применение фирмой **стратегии лидера**. Для того чтобы сохранить за собой доминирующее положение, фирме-лидеру необходимо стремиться к расширению рынка в целом и своего сегмента в частности, находить новых потребителей, снижать цены за счет экономии на издержках и т.д. Для такой фирмы любая стратегия оправдана, если она ведет к увеличению прибыли, а связанный с нею риск невелик. Обычно эти фирмы подают пример своим конкурентам, устанавливая и изменяя ценовую политику, расширяя свою долю рынка и т.д. Так действуют, например, «Лукойл», «Газпром», «Coca-cola», «IBM», «Хеугох» и др.

Уверенное и долгосрочное доминирование фирмы на отраслевом рынке предполагает умение находить и применять способы расширения общего спроса, защиты своего сегмента рынка с помощью наступательных и оборонительных действий и расширять свою долю рынка в отрасли.

В практике конкурентной борьбы расширение рынка достигается следующими способами:

1. Привлечение новых покупателей. Например, компания «Johnson & Johnson» добилась одного из самых значительных успехов в завоевании нового сегмента потребителей детского шампуня. Данные статистики и демографические прогнозы подтверждали угрозы уменьшения объемов его продаж в связи со снижением рождаемости. Однако маркетологи компании заметили, что детский шампунь нередко используют и другие члены семьи. Они организовали рекламную кампанию, направленную на взрослых потребителей, и в итоге через некоторое время детский шампунь стал ведущей маркой на рынке.

2. Поиск новых способов применения традиционного продукта. Например, современный мобильный телефон выпускается с MP3-плеером, выходом в Интернет, отправлением SMS-сообщений, встроенной фото- и видеокамерой и т.д.

3. Повышение интенсивности использования продукта. По существу, это попытка убедить потребителей по-

высить интенсивность пользования продукцией фирмы. Так, компания «Procter & Gamble» уверяет потребителей, что эффективность шампуня «Head & Shoulders» резко повышается при двукратном увеличении его разовой порции.

Подобная стратегия обычно выбирается на начальных стадиях жизненного цикла товара, пока спрос еще расширяется, а давление конкурентов при наличии большого потенциала роста невелико.

Оборонительная стратегия фирмы заключается в попытке защитить свою долю рынка, противодействуя наиболее опасным конкурентам. Она чаще используется фирмой-новатором, которую атакуют конкуренты-имитаторы, после того как та открыла новый рынок. Чтобы противостоять нападкам конкурентов, доминирующая на рынке фирма может применить одну из следующих разновидностей стратегий поведения.

Позиционная оборона направлена на создание вокруг своей доминирующей позиции труднопреодолимых барьеров. В чистом виде такая стратегия редко приводит к успеху, так как она должна сопровождаться изменением производственно-сбытовой политики и приспособлением к изменениям внешней среды. Практика показывает, что лучшим методом обороны является непрерывное обновление выпускаемых продуктов;

Фланговая оборона направлена на защиту наиболее уязвимых мест в структуре организации отраслевого рынка, куда прежде всего могут направить свои атаки конкуренты;

Упреждающая оборона основана на превосходящих действиях, делающих потенциальную атаку конкурентов невозможной или существенно ослабляющих ее. Так, предвидя появление на рынке нового конкурента, можно снизить цену на свою продукцию.

Упреждающая оборона нередко носит чисто психологический характер, когда лидер рынка предостерегает конкурентов от необдуманных атак. Например, крупная фармацевтическая компания является лидером в производстве определенной категории медицинских препаратов. Каждый раз, когда ей становится известно о намерениях конкурентов построить новое предприятие, доминирующая фирма организует утечку информации о своих планах снижения цен на продукцию и расширение производства. В большинстве случаев это устрашающе воздействует на конкурентов, а лидер рынка продолжает спокойно работать, сохраняя свои позиции.

Контратака используется фирмой-лидером, если не дали эффекта упреждающая, фланговая и оборонительная стратегии. В этом случае лидер может сделать паузу, чтобы увидеть слабые места атакующего конкурента, после чего атаковать наверняка, например, противопоставить в рекламе надежность своих изделий недоработкам в новинках конкурента.

Наиболее эффективно данная стратегия зарекомендовала себя при проведении разведки образующихся в рядах наступающих слабых брешей и сосредоточении сил в решающем наступлении.

Другим методом контратаки служит вторжение на основную территорию противника, принуждающее его вернуть «войска для защиты исконных земель». Например, один из самых рентабельных рейсов авиакомпании «Northwest Airlines» маршрут из Миннеаполиса в Атланту. Ее конкурент – местная авиакомпания – предприняла атаку, установив значительные скидки и развернув широкую рекламную кампанию. В ответных действиях «Northwest» снизила цены на рейс Миннеаполис–Чикаго, самый выгодный для ее конкурента. Угроза потери основного источника прибыли вынудила атакующую компанию вернуть цены к прежнему уровню.

В некоторых случаях применяется контратака в форме экономической и (или) политической блокады атакующей фирмы. Доминирующая на рынке фирма имеет возможность субсидировать снижение цен на некоторые виды продукции (обычно наиболее рентабельные для конкурентов) за счет других товаров или заявить о подготовке к производству нового продукта. При этом контратакующая фирма лоббирует нужное ей проведение законодательной и исполнительной властью невыгодных конкуренту акций.

Мобильная оборона направлена на распространение своей деятельности на новые рынки с целью создания плацдарма для будущих оборонительных и наступательных действий. Путем расширения рынка фирма перемещает фокус своих действий с текущего продукта на более полное понимание глубинных запросов потребителей, затрагивающих весь спектр технологических и иных возможностей организации. В силу значительности потенциала лидера это делает малоперспективными атаки со стороны конкурентов. Расширение рынка предполагает, что фирма переносит внимание с конкретного продукта на нужды, которые удовлетворяет данный класс товаров в целом, ведет науч-

но-исследовательские работы по всей технологической цепочке. Например, компании–производители бензина начали именовать себя «энергетическими», что потребовало погружения «пальцев» их исследователей в смежные отрасли: нефтяную, угольную, гидроэнергетику, атомную и химическую промышленность.

Сжимающаяся оборона основана на «сдаче» ослабленных рыночных территорий конкурентам при одновременной концентрации ресурсов на более значительных и экономически сильных областях. Данная стратегия позволяет экономить ресурсы, рационально использовать денежные средства, отпущенные на маркетинговые действия.

Лидеры рынка имеют возможность увеличивать прибыль, расширив принадлежащую им долю рынка. На многих современных отраслевых рынках один процент оценивается в десятки миллионов долларов. Не удивительно, что здесь обычная конкурентная борьба может превратиться в жесткие маркетинговые войны. Проведенные исследования показывают, что норма прибыли компании, рассчитанная как норма возврата инвестиций (НВИ) до уплаты налогов, возрастает в соответствии с ростом ее относительной доли рынка. Среднее значение НВИ для компаний, доля рынка которых была менее 10%, составила 2%. В среднем каждые 10% доли рынка соответствуют 5% НВИ до уплаты налогов. При этом компании с долей рынка в 40% имеют НВИ в размере 38,5%, что почти в 3 раза превышает соответствующий показатель компаний, владеющих 10% долей рынка.

Увеличение доли обслуживаемого отраслевого рынка отнюдь не означает автоматического роста прибыли. Иногда издержки увеличения доли рынка могут значительно превысить получаемый доход. Поэтому при принятии окончательного решения менеджмент фирмы должен тщательно проанализировать влияние следующих факторов:

1. Возможность конфликта с антимонопольным законодательством страны. Увеличение доли рынка доминирующей фирмы обычно сопровождается заявлениями конкурентов о «монополизации» отраслевого рынка. Иногда увеличение степени риска применения антимонопольных санкций снижает привлекательность увеличения доли рынка. Например, компания «Microsoft» в 1995 г. решила прекратить атаку рынка, потенциальный объем которого составлял 2 млрд. долл. Она намеривалась приобрести компанию «Intuit» – разра-

ботчика пользующихся огромной популярностью пакетов программного обеспечения по ведению личных финансов. Когда министерство юстиции США пригрозило возбуждением дела о нарушении антitrustовского законодательства, руководство компании предпочло отступить от своих планов.

2. Экономические издержки, рост которых при достижении фирмой определенной доли отраслевого рынка может снизить ее прибыльность.

Фирма, владеющая свыше 25% отраслевого рынка, должна учитывать, что некоторые потребители, в принципе, негативно относятся к любой монополии, другие лояльны по отношению к конкурирующим поставщикам, третьи имеют специфические нужды, четвертые предпочитают иметь дело с небольшими компаниями. В этой связи фирме предстоит немалые расходы на оплату услуг юристов, поддержание лояльных отношений с прессой, лоббирование расширения рынка.

Таким образом, расширение доли рынка считается нецелесообразным в тех случаях, когда фирма имеет возможность реализовать экономию на масштабах производства или при наличии непривлекательных сегментов рынка, а также при желании потребителей использовать различные источники поставок или высоких барьеров на выходе. Лидер отраслевого рынка должен сконцентрироваться скорее на расширении рынка в целом, чем на борьбе за увеличение своей доли рынка.

3. Возможность ошибочной стратегии и тактики маркетинга, направленных на увеличение фирмой доли рынка и снижение прибыли. Некоторые элементы маркетинга («микс»), весьма эффективные при расширении доли рынка, ведут к уменьшению размера прибыли. Высокая доля рынка ведет к увеличению прибыли в тех случаях, когда снижаются издержки фирмы на единицу продукции, когда она предлагает продукт исключительно высокого качества, устанавливая соответствующую надбавку к цене.

Особое место на отраслевом рынке занимают фирмы, которые стремятся сохранить свою долю на рынке и обойти все «подводные камни», подражая при этом конкретной «чужой» стратегии. Они тоже могут поддерживать и даже увеличивать свой сегмент рынка.

Практика конкуренции свидетельствует, что *стратегия последователя* (имитация продукта) не менее эффективна, чем стратегия новаторского продукта. Например, «Panasonic» редко предлагает рынку принципиаль-

но новую продукцию. Чаще всего эта фирма копирует изобретения «Sony», а затем предлагает товары по более низкой цене, получая высокую прибыль, поскольку экономит на научно-исследовательских разработках и коммуникациях с потребителями.

Подобное следование за лидером необязательно подразумевает обычное копирование. *Фирмы-последователи* могут проводить собственную стратегию роста, причем такую, которая не провоцирует ответных агрессивных действий конкурентов. В теории и практике отраслевых рынков различают следующие виды стратегии фирм-последователей: имитатор, двойник, подражатель (приспособленец) и обитатель ниш.

Фирма-имитатор что-то копирует у лидера, но сохраняет различия в упаковке товара, рекламе, ценах и т.п. Ее политика не волнует лидера до тех пор, пока имитатор не предпринимает агрессивных атак. Более того, имитатор помогает лидеру избежать полной монополии в отрасли.

Фирма-двойник копирует продукцию лидера, систему распределения, рекламную компанию конкурента вплоть до незначительного изменения марочного названия. Например, двойник «Coca-Cola» паразитирует на инвестициях лидера. Например, компания «Ralcorp Holding Inc» производит имитации хлопьев для завтрака известных марок в похожих упаковках. Ее продукты под торговыми марками «Tastecos», «Fruit Rings», «Corn Flakes» стоят почти на доллар дешевле за упаковку, чем продукт лидера.

Фирма-подражатель дублирует продукт лидера и упаковку, реализуя товар на черном рынке или сомнительным посредникам. Иногда продукция улучшается, но реализуется на других рынках, чтобы избежать прямого столкновения с лидером. Например, такие компании, как «Apple Computer» и «Rolex», постоянно сталкиваются с проблемой подделок, особенно на Дальнем Востоке. Подобную стратегию использовали многие японские компании. Хотя подражатель не несет расходов на научные исследования, обычно он зарабатывает меньше, чем лидер.

Фирмы – обитатели ниш придерживаются особой стратегии. Они действуют в небольших сегментах рынка и не составляют серьезной конкуренции крупным фирмам. Их стратегия – специализация на конкретном товаре (услуге). Следует отметить, что в последнее время этой стратегии стали уделять внимание и крупные фирмы.

Фирма, облюбовавшая определенную нишу, добивается существенного увеличения добавленной стоимости и прибыли. Ключевая идея, которой придерживаются такие фирмы, специализация, а именно:

- ориентация на конечного пользователя. Так, юридическая фирма специализируется на уголовных, гражданских или административных делах;

- специализация по вертикали, когда фирма концентрирует усилия на производстве определенного сырья, например, металлов или продуктов из них;

- ориентация на клиентов в зависимости от их размеров и важности. В этом случае фирма направляет усилия на обслуживание мелких, средних или крупных клиентов;

- географическая специализация, когда фирма продает товары (услуги) в определенной местности или регионе;

- продуктовая специализация, когда фирма производит только определенный продукт или имеет собственную единую товарную линию;

- специализация на индивидуальном обслуживании потребителей;

- специализация на определенном соотношении качества и цены. В этом случае фирма производит либо высококачественную продукцию, либо дешевый ширпотреб;

- специализация на обслуживании, когда фирма предлагает на рынке одну или несколько уникальных услуг, которые не могут предоставить ее конкуренты. Например, коммерческий банк оказывает услугу «кредит по телефону», а курьер доставляет занятую сумку заемщику;

- специализация на каналах распределения, когда фирма действует через единственный канал сбыта продукции. Например, фирма по производству безалкогольных напитков выпускает их в емкостях большого объема и реализует их на бензозаправочных станциях.

Поскольку положение в нише может измениться, фирма должна позаботиться о создании новых ниш. При этом следует отметить что, оперируя в двух и более нишах, фирма увеличивает свои шансы на выживание в условиях жесткой конкурентной борьбы.

Выбор конкурентной стратегии на отраслевом рынке – это важная неотъемлемая часть современных рыночных отношений. Любая фирма должна выстраивать свою конкурентную стратегию, исходя из занимаемой позиции на рынке, т.е. в зависимости от того, является ли она

лидером рынка, претендентом на лидерство, последователем либо обитателем ниши.

В каждом сегменте отраслевого рынка существует характерное оригинальное поведение потребителей, а значит, нужна собственная конкурентная стратегия, которую наилучшим образом может реализовать фирма в этом сегменте.

Экономическая конкуренция – важный институт и механизм регулирования социальных отношений, так как она выполняет целый ряд функций. Так, регулирующая функция позволяет направить основные инвестиции в те сферы, где в них существует наибольшая общественная потребность и где они могут быть использованы с максимальной эффективностью.

Мотивационная функция позволяет стимулировать предпринимателей к выпуску наилучшей по качеству и цене продукции и к снижению издержек производства.

Распределительная функция проявляется в том, что в результате выпуска лучшей по отраслевому рынку продукции по соотношению цены и качества предприниматель получает прибыль и усиливает свои позиции в своем сегменте.

Контрольная функция позволяет ограничить односторонние действия предпринимателей и предоставляет потребителю возможность выбора товаров (работ, услуг) на соответствующем рынке.

Охранительная функция заключается в способности обеспечивать безопасность предпринимателей. Наличие на отраслевом рынке значительного числа конкурентов не позволяет одному из них физически уничтожить конкурентов, делая эту задачу бессмысленной.

Таким образом, реализация вышечисленных функций экономической конкуренции оказывает огромное влияние на социально-экономическое положение в стране и потому является предметом государственной экономической политики.

ЛИТЕРАТУРА

4. Авдоницева С.Б., Розанова Н.М. Теория организации отраслевых рынков: Учеб./ «Открытое общество». – М., Магистр, 2006.
5. Алиев З.Т., Кмелев С.Г. Геополитический фактор конкурентоспособности России. – Новое в экономике и управлении: Сб. статей, 2008, вып. 19.
6. Рой Л.В., Третьяк В.П. Анализ отраслевых рынков: Учеб. – М.: ИНФРА, 2008. ■

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЦЕЛЕВЫХ ПРОГРАММ СОЗДАНИЯ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ

В.В. Ханьчев, канд. техн. наук, начальник отдела,
П.К. Третьяков, инженер, ОАО «ЦНИИ «Курс»,
контакт. тел. (495) 3651847

В настоящее время для нашей страны все более актуальным становится вопрос выбора разумной финансовой политики. Проводится реструктуризация бюджетных отношений, направленная на повышение результативности бюджетных расходов. Бюджетная система реформируется в соответствии с ориентацией на результаты. Вследствие этого основным способом достижения государством намеченных целей в данный момент является использование целевых программ [1, 2].

Целевая программа представляет собой сложную структуру, содержащую в себе комплекс мероприятий и показателей. Ввиду сложности целевых программ создания морской техники [3] возникает ряд трудностей при их планировании и мониторинге. В данной работе представлены пути разрешения трудностей, возникающих при планировании целевых программ, а именно составлении сетевых графиков мероприятий согласно заданным критериям финансирования и очередностью их реализации.

Постановка задачи. Исходными данными при планировании создания и развития перспективной судовой техники являются: начальное S_0 и целевое (желаемое) $S_{ц}$ состояния системы, характеризующиеся значением целевой функции $F(\Pi)$, а также множество мероприятий P , которые переводят объект управления из одного состояния в другое [4]:

$$P = \{p_1, p_2, \dots, p_i\} \quad (i = 1, 2, \dots, n). \quad (1)$$

Каждое мероприятие p_i описывается ресурсами r_i , необходимыми для его выполнения (человеческими, материальными и временными), и областью допустимых значений ресурсов O_{p_i} .

Требуется разработать план, состоящий из наиболее рациональной (по критерию «эффективность–стоимость») последовательности мероприятий, переводящей объект управления из начального состояния в целевое состояние:

$$S_{ц}(t) = \Pi[t, t_0, S_{ц}(t_0)], \quad (2)$$

т.е. необходимо определить совокупность мероприятий P' ($P' \subset P$), обеспечивающую оптимум целевой функции ЦП $F(\Pi)$ при имеющихся ограничениях на используемые ресурсы $R_0(t)$:

$$\begin{cases} F_{ц}(t) = \text{opt}(\Pi,); \\ r_i \in O_{p_i}. \end{cases} \quad (3)$$

Выбор критериев и ограничений. В настоящей работе при решении примера реализации общей постановки задачи оптимизации сетевого графика мероприятий целевой программы рассматриваются следующие критерии и ограничения:

– критерий оптимальности финансирования, представляющий собой критерий близости функции финансирования к желаемому графику финансирования, который описывается как

$$\begin{cases} |\max(Di)| \rightarrow \min; \\ |\max(SDi)| \rightarrow \min, \end{cases} \quad (4)$$

$$\text{где } Di = |f_{\text{real}}(i) - f_{\text{ideal}}(i)| \quad (5)$$

– значение максимального отклонения финансирования при данном варианте расположения мероприятий целевой программы;

– идеальная функция финансирования, под которую мы будем «подстраивать» расположение проектов (чтобы их функция финансирования была максимально схожа с идеальной)

$$SDi = \sum Di; \quad (6)$$

– значение суммы максимальных отклонений финансирования при данном варианте расположения мероприятий целевой программы.

Ограничение на временные ресурсы состоит в том, чтобы временные рамки всех мероприятий входили во временные рамки целевой программы.

Ограничение связности означает, что последующее из связанных мероприятий не может начаться до окончания предыдущего.

Анализ возможных подходов к алгоритмическому обеспечению. Прямое решение задачи заключается в переборе всех возможных вариантов расположения мероприятий на сетевом графике при заданных ограничениях, оценка показателей каждого варианта и выбор варианта с наилучшим показателем по заданному критерию.

Прямой перебор всех вариантов может дать оптимальное решение данной задачи, он максимально прост в реализации, но при большом количестве мероприятий целевой программы и большом сроке планирования неэффективен по причине низкого быстродействия компьютеров. Например, при рассмотрении 17 мероприятий и планировании на 11 лет в общем случае требуется рассмотреть около $34 \cdot 271 \cdot 896 \cdot 307 \cdot 633$ (17^{11}) вариантов. Самый современный компьютер не сможет решить данную задачу за приемлемое время, поэтому следует использовать один из эвристических алгоритмов.

Было выполнено исследование эвристических и вероятностных алго-

ритмов [5], в ходе которого определено, что для решения этой задачи оптимально подходят генетические алгоритмы (рис. 1).

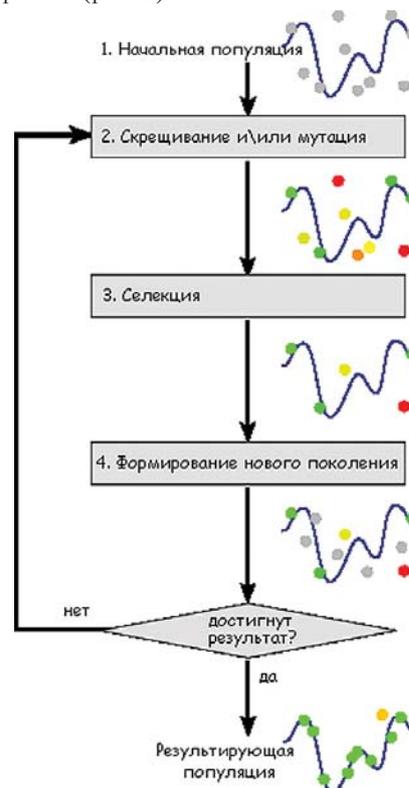


Рис. 1. Структурная схема работы генетического алгоритма

Создание начальной популяции.

Представим начальную популяцию $m_Population$ в виде совокупности некоторого количества вариантов расположения мероприятий на сетевом графике (размер популяции задается). Каждый вариант имеет набор параметров – хромосом. Каждый вариант имеет N хромосом (N – количество мероприятий целевой программы). Значение каждого параметра X_i – это год начала мероприятия i . При формировании начальной популяции в каждом варианте параметры определяются случайным образом:

$$\begin{aligned} m_Population = \\ = \begin{pmatrix} m[1] = [X_1, X_2, X_3 \dots X_n] \\ m[2] = [X_1, X_2, X_3 \dots X_n] \end{pmatrix} \quad (7) \end{aligned}$$

Скрещивание. При скрещивании выполняется перебор всей популяции вариантов решения. Каждый вариант в переборе $m[i]$ скрещивается с другим вариантом из популяции, выбранным в случайном порядке. При этом происходит случайный обмен хромосомами (годами начала мероприятий) и образуется новый вид, который, возможно, будет оптимальным вариантом решения задачи.

Мутация. С выбранной вероятностью каждый вид может мутировать. Мутация действует на одну случайно выбранную хромосому и задает ей случайно выбранное значение.

Тестирование хромосом. Проводится проверка хромосом на соответствие заданным ограничениям. Если происходит несоответствие, то данный элемент популяции удаляется.

Отбор. После применения всех операторов выполняется отбор, который реализуется по значению целевой функции. Более приемлемым считается вариант, значение целевой функции которого максимально приближено к идеальной функции. Заданное количество наилучших вариантов остается, остальные удаляют.

Далее весь алгоритм повторяют до тех пор, пока не будет найдено решение с заданной погрешностью либо не будет пройдено заданное количество итераций.

Реализация. На основании данного подхода разработан макет программного обеспечения, описание которого приведено ниже.

График мероприятий целевой программы имеет вид сетевого. На данном графике имеются в наличии связи между проектами, это означает, что второй проект не может начаться до окончания первого. Проекты расположены по годам, с помощью «перетаскивания» имеется возможность изменять год начала мероприятия, длительность, размер финансирования. График финансирования представлен на рис. 2.

Каждое мероприятие имеет ряд свойств, которые отображаются на экра-

не при двойном нажатии. Эти свойства являются «паспортом» мероприятия (рис. 3).

Рассмотрим пример, в котором нужно в автоматическом режиме оптимизировать расположение мероприятий на сетевом графике целевой программы с целью получения максимально выровненного по годам финансирования.

Требуется провести оптимизацию на 11 лет. Желтой горизонтальной линией (рис. 4) показана заданная функция финансирования, в данном примере – равномерное финансирование по годам.

В результате работы генетического алгоритма было проанализировано 6000 вариантов в течение двух минут, т.е. за приемлемое время был получен приемлемый вариант решения задачи (рис. 5).

Таким образом, был представлен подход, который позволяет в значительной степени автоматизировать процесс формирования сетевых графиков мероприятий целевых проектов. Развитие данного подхода будет происходить по следующим направлениям:

- расширение функциональности (больше количество рассматриваемых параметров, добавление нескольких вариантов финансирования для каждого мероприятия, возможность задания эталонной функции финансирования для оптимизации вывода на печать и т.д.);
- исследование критериев поиска оптимального варианта;
- анализ быстродействия и поиск оптимальных алгоритмов для оптимизации сетевого графика мероприятий целевого проекта.

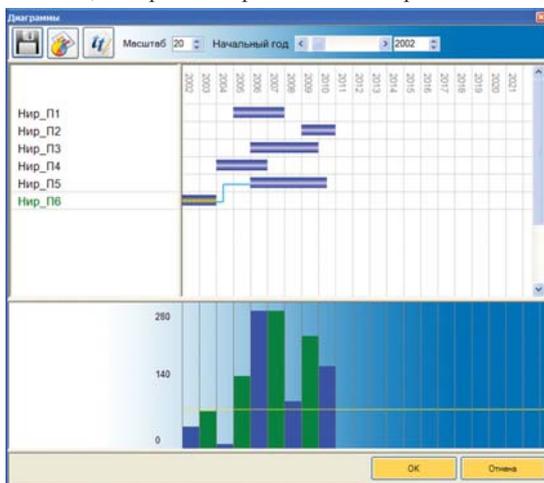


Рис. 2. Сетевой график финансирования мероприятий целевой программы

Год	Финансирование по годам (млн.)
0	100
1	150
2	200

Рис. 3. «Паспорт» мероприятия

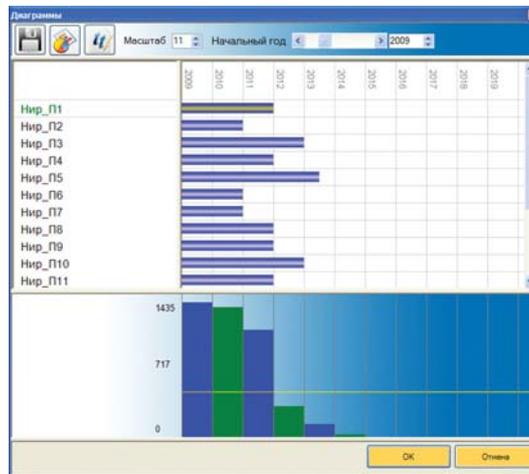


Рис. 4. Сетевой график и график финансирования до оптимизации

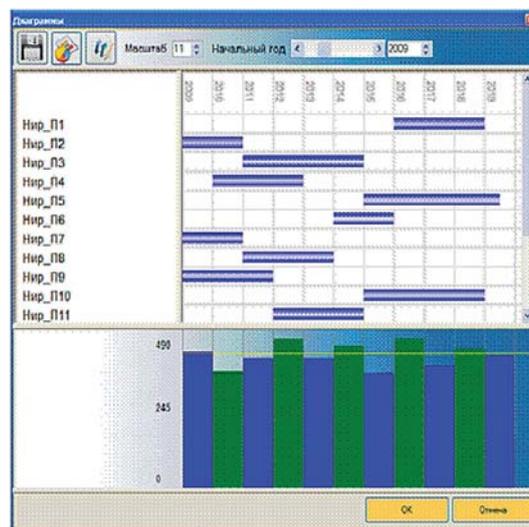


Рис. 5. Сетевой график и график финансирования после оптимизации

ЛИТЕРАТУРА

1. Райзберг Б.А., Лобко А.Г. Программно-целевое планирование и управление. – М.: Инфра-М, 2002.
2. Кочкаров Р.А. Целевые программы: инструментальная поддержка. – М.: Экономика, 2007. – 223 с.
3. Клячко Л.М. Перспективы развития отечественного судостроения: проблемы и решения // Судостроение. – 2005. – № 4. – С.70–74.

4. Ханьчев В.В. Формирование целевых программ развития судовой техники на основе динамического экспертного оценивания. Дисс. канд. техн. наук / В.В.Ханьчев. – М., 2006, 119 с.

5. Макконнел Дж. Основы современных алгоритмов. – М., Техносфера, 2004. – 368 с. ■

Создание и эксплуатация транспортно-технологических систем (ТТС) при обустройстве морских нефтегазовых месторождений требует привлечения значительного количества персонала, деятельность которого подвержена высоким рискам. В число таких рисков входят и риски доставки сменных вахт на морские объекты месторождения, которая должна осуществляться круглогодично.

При обустройстве перспективного месторождения «Штокмановское» в Баренцевом море в качестве исходных пунктов формирования сменных вахт на морские объекты (рис. 1, 2) рассматриваются г. Мурманск (п. Терiberка), г. Архангельск, г. Нарьян-Мар, п. Варандей и др.

При определении количественного состава персонала морских объектов, доставляемого на морские объекты, учитывают сменность, фазу освоения месторождения, поэтому он может составлять от не-



Рис. 1. Схемы маршрутов доставки персонала морским транспортом

скольких тысяч при начале освоения до нескольких десятков тысяч человек на максимальных этапах освоения.

Рассмотрим морскую составляющую транспортно-технологической системы доставки персонала с использованием специализированных судов ледового класса различной вместимости (40 и 150 пассажиров). Полярные климати-

АНАЛИЗ РИСКА ПРИ СОЗДАНИИ МОРСКИХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДОСТАВКИ ПЕРСОНАЛА НА МОРСКИЕ ОБЪЕКТЫ НА ШЕЛЬФЕ

*Н.А. Вальдман, канд. техн. наук, начальник сектора ФНЦ «ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова»,
контакт. тел. (812) 415 6558*

ческие условия довольно экстремальны в суровые зимы даже для судов ледовой категории, поэтому в морской транспортной системе предусматривается ледокол.

Примененная методика анализа риска и безопасности позволяет учитывать технические, технологические и экономические риски, а также возможности технических средств доставки и пересадки персонала на морские объекты. Методика учитывает специфику каждого варианта доставки; характеристики технических средств доставки; маршруты доставки; характеристики внешних условий, влияющих на условия доставки.

Реализованные в методике математические модели позволяют давать сопоставительную оценку безопасности различных вариантов доставки персонала на месторождение морским транспортом. Рассмотрим основные результаты оценки технических рисков, выполненной на основе анализа:

- методов оценки сложных систем;
- статистики об аварийности пассажирских судов [1];
- выполненных работ по обоснованию морских транспортных систем для нефтегазодобывающих компаний.

При этом изначально было учтено, что все рассматриваемые при моделировании альтернативные варианты доставки реализуемы в рамках морской ТТС.

В качестве основного метода оценки выбран метод анализа иерархий (МАИ), широко используемый в зарубежной и отечественной практике при принятии решений в технике и промышленности, в частности, примененный при обосновании типа морской платформы для ШГКМ [2].

Общая схема иерархической системы критериев, используемая в МАИ, приведена на рис. 3.

Морская вертолетная платформа (МВП)	МЛТП (FPSO)	Полупогружная плавучая буровая установка (ППБУ)
Крановое судно	Буровое судно	Трубоукладочное судно (ТУС)

Рис. 2. Типовые морские объекты освоения месторождения

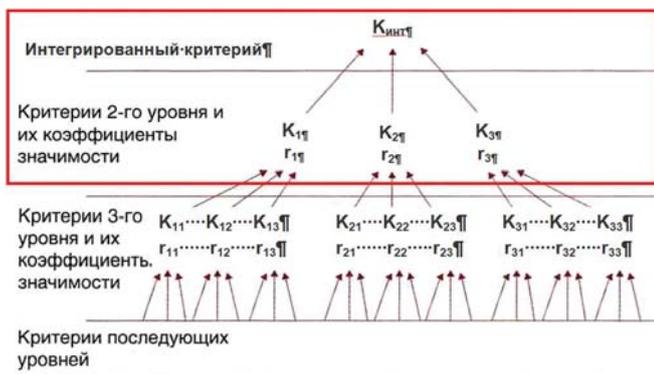


Рис. 3. Иерархическая система критериев

Реализованная математическая модель сравнения вариантов доставки персонала основана на критериях второго уровня.

Наиболее предпочтительный вариант выбирается на основе интегрированного критерия. Критерии второго уровня распределены по принципу снижения их значимости. Согласованность оценок значимости критериев K_1, K_2, \dots, K_n , где $n = 1, 2, \dots, N$ определена на основании коэффициента согласованности (конкордации) W [3].

Каждому критерию K_n присваивается коэффициент r_n , характеризующий его значимость. Для числового отображения значимости каждого критерия K_n применяется весовой коэффициент p_i [4], который определяется как

$$p_n = \frac{r_n}{\sum_{n=1}^N r_n} \quad (1)$$

Для варианта доставки персонала x_k , где k – порядковый номер варианта, а $K_n(x_k) = R_{nk}$ – ранг, выставленный k -му варианту по критерию K_n . Значения рангов R_{nk} варьируются в диапазоне от 1 до 5 (1 – соответствует наихудшему решению, 5 – наилучшему решению).

При моделировании для сопоставления вариантов доставки учтены основные критерии (табл. 1).

Таблица 1

Принятые критерии для оценки вариантов

K_i	Критерий	Характеристика критерия
K_1	Безопасность	Возможность возникновения аварий и последствия при доставке персонала в рассматриваемых условиях
K_2	Стоимость	Затраты на аренду (покупку) средств доставки, а также необходимость строительства дополнительной инфраструктуры для их приема и обслуживания
K_3	Эксплуатационная надежность	Способность средства доставки сохранять работоспособность в пределах срока эксплуатации при рассматриваемых условиях
K_4	Простой транспортных средств	Влияние гидрометеорологических условий на возможность эксплуатации средства доставки, задержки и простои, «окна погоды»
K_5	Комфортность	Комфортность условий доставки персонала

В качестве способа выбора наилучшего варианта из альтернатив применен метод сведения многокритериальной задачи к однокритериальной, где $K_{инт}$ – интегральный критерий, зависящий от частных критериев второго уровня K_n , где $n = 1, \dots, N$. Балл, характеризующий предпочтительность варианта x_k по критерию для сопоставления K_n ,

$$B_n = p_n \times R_{nk} = p_n \times K_n(x_k) \quad (2)$$

Суммарный балл B_Σ по интегральному критерию $K_{инт}$ определяется с использованием способа «максимума суммы взвешенных оценок»:

$$B_\Sigma = \sum_{n=1}^N B_{nk} = \sum_{n=1}^N p_n \times R_{nk} = \sum_{n=1}^N p_n \times K_n(x_k) \rightarrow \max_{x_k \in X} \quad (3)$$

Методика оценки риска гибели персонала подробно описана в [5].

Оценка значимости выбранных критериев показала хорошую согласованность оценок ($W = 0,93$) критериев K_n с коэффициентами значимости r_n и весовыми коэффициентами p_n , (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициенты значимости и весовые коэффициенты критериев

K_n	Коэффициент значимости критерия r_n	Весовой коэффициент p_n
K_1	5	0,33
K_2	4	0,27
K_3	3	0,20
K_4	2	0,14
K_5	1	0,07

В табл. 3 представлены численные результаты оценки варианта морской доставки персонала с использованием матрицы значений рангов (из табл. 2).

Таблица 3

Результаты оценки варианта доставки персонала морским транспортом

Критерий	p_n	Доставка пассажирским судном x_2	
		R_n	B_n
Безопасность K_1	0,33	5	1,67
Стоимость K_2	0,27	5	1,34
Эксплуатационная надежность K_3	0,20	4	0,80
Простой транспортных средств K_4	0,13	4	0,54
Комфортность K_5	0,07	4	0,27
Суммарный балл B_Σ		4,62	

При моделировании учтены риски возникновения аварийных и нештатных ситуаций. Аварийные ситуации, связанные с повреждением судового устройств и оборудования, включая поломку главной энергетической установки, не вызовут серьезных последствий для персонала, кроме временного простоя судна или отклонения его от курса. Единичные отказы приборов и аппаратуры при негативных гидрометеорологических условиях на специализированном пассажирском судне возможны, но не повлекут за собой серьезных последствий.

Проектные особенности конструкций, ледовый класс, наличие необходимых систем безопасности, включая противопожарные системы и оборудование, практически исключают возможность возникновения серьезных аварий.

Ниже приведены результаты оценки индивидуального риска для персонала при прямой доставке на специализированном судне к месторождению при максимальном пассажиропотоке и интенсивности перевозок в процессе освоения месторождения.

Расчет риска гибели пассажира при доставке судном

Общее расстояние при морской доставке (туда–обратно), км. 1220
 Количество персонала, чел.
 во время 1-й фазы освоения 2560
 во время 2-й фазы освоения 21 850
 Всего на 2021 г. с учетом сменности вахт 24 410
 Пассажироместимость, чел. 150
 Скорость судна, км/ч 28

Расчетная модель:

Частота аварий со смертельными случаями на 1 мор. милю, 1/миль* 1,63E-09*
 Время одного кругового рейса с учетом влияния ГМУ, ч 52,29
 Число круговых рейсов в год 163
 Риск гибели пассажира при доставке, 1/год 2,52E-04
 * Принято в соответствии с данными [1], OGP, 2010 и DNV.

Расчетные оценки показывают, что использование специализированных судов для доставки персонала на морские платформы и на суда технологического флота – безопасный вариант.

ЛИТЕРАТУРА

1. Risk Assessment Data Directory. Water transport accident statistics, 2010.
2. Халикова Д. Многокритериальная оценка качества различных типов платформ // Морской вестник. – 2009. – №11(34). – С. 66–71.
3. Prokhorov A.V. Kendall coefficient of rank correlation, 2001.
4. Ажмухамедов И.М. Анализ и управление комплексной безопасностью на основе когнитивного моделирования, ИПУ РАН, 2010.
5. Вальдман Н.А. Доставка персонала на морские платформы: расчет рисков. Транспорт Российской Федерации. – Наука и транспорт, 2011. ■

В настоящее время судостроительные компании осуществляют свою производственную деятельность в условиях расширения глобальных экономических процессов, усиления международной конкуренции на судостроительных рынках. В связи с этим судостроительные компании разрабатывают и внедряют системы интегрированного управления рисками на основе унифицированных методик и стандартов. Несмотря на их рекомендательный характер, они широко используются при построении систем внутреннего контроля и аудита, а также системы управления рисками в рамках всей компании.

Существует несколько различных стандартов по управлению риском, а также большое число отраслевых стандартов и корпоративных регламентов. Наиболее известны следующие стандарты по управлению рисками, используемые в судостроительных компаниях:

- COSO-ERM – интегрированная модель управления риском, принятая Комитетом спонсорских организаций* Комиссии Тредуэйя (2004);
- FERMA – модель управления рисками, разработанная совместно Институтом риск-менеджмента в Великобритании (The Institute of Risk Management) и Ассоциацией риск-менеджмента и страхования (The Association of Insurance and Risk Management) при участии национального форума риск-менеджмента в общественном секторе Великобритании (2002);
- ISO 31000:2009 – выполнен техническим Комитетом ISO (International Organization for Standardization) (2009).

СТАНДАРТ COSO-ERM

Для того чтобы удовлетворить потребность в концептуальной базе по управлению рисками, устанавливающей основные принципы и вводящей общую терминологию, четкие указания и рекомендации, Комитет спонсорских организаций Комиссии Тредуэйя (COSO) в 2002 г. инициировал разработку концептуальных основ управления рисками. В результате был подготовлен документ «Концептуальные основы управления рисками организаций», предназначенный для использования руководством компаний в процессе оценки рисков,

* Комитет спонсорских организаций – организация с добровольным членством, состоящая из представителей частного бизнеса, деятельность которой направлена на повышение качества финансовой отчетности. Комитет использует для этого понятия бизнес-этики, средства внутреннего контроля корпоративного управления. Комитет был создан для финансовой поддержки Национальной комиссии недобросовестной финансовой отчетности (National Commission on Fraudulent Financial Reporting), ее возглавлял Джеймс С. Тредуэй, по имени которого она и получила свое название.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ СИСТЕМ РИСК-МЕНЕДЖМЕНТА В СУДОСТРОЕНИИ

М.Ю. Алехин, д-р эконом. наук, проф.,

А.М. Брехов, д-р эконом. наук, проф., СПбГМТУ

*С.К. Швеиц, д-р эконом. наук, проф., СПб НИУ ВШЭ,
контакт. тел. (812) 552 2580*

создании систем управления рисками и их дальнейшем усовершенствовании. Сегодня этот документ широко применяется уже многими компаниями, организациями и другими заинтересованными сторонами.

Стандарт COSO-ERM позволяет решить следующие задачи компании:

- определение риск-аппетита в соответствии со стратегией развития;
- совершенствование процесса принятия решений по реагированию на возникшие риски;
- сокращение числа непредвиденных событий и убытков (потерь) в бизнес-деятельности;
- определение и управление всей совокупностью рисков (интегрированный подход в отношении множественных рисков);
- использование благоприятных возможностей;
- рациональное использование капитала.

В стандарте COSO-ERM выделены следующие восемь областей управления рисками:

1. Внутренняя среда – организационная культура, которая является основным при управлении рисками.
2. Постановка целей: здесь основное внимание уделяется тем целям, на которые могут негативно повлиять неблагоприятные рискованные факторы.
3. Идентификация опасных событий, которые могут повлиять на достижение целей организации.
4. Оценка рисков: определение вероятности рискового события и его потенциального влияния на бизнес-стратегию компании.
5. Реагирование на риски: определение возможных ответных мероприятий и способов элиминирования рисков.
6. Контрольная деятельность, в фокусе которой находятся политика и процедуры, обеспечивающие надлежащее выполнение мероприятий по элиминированию.
7. Информация и обмен ею: обеспечение информацией заинтересованных сторон (в том числе менеджеров, акционеров и инспекторов);
8. Мониторинг – слежение за рисками компании в ее управленческих процессах.

Приоритеты среди этих восьми областей (компонентов) должны выбираться на основе итерационного подхода в зависимости от того, какая часть организационной структуры лучше всего изучена. При определении эффективности системы внутреннего контроля должны учитываться не ее конкретные методы и технологии, количество проведенных проверок или выявленных ошибок, а действия (или бездействие) менеджмента и владельцев компании, направленные на внедрение внутреннего контроля во все бизнес-процессы, своевременную оценку рисков и эффективность мер контроля, применяемых для нейтрализации их воздействия. Выявление подобных недостатков или нарушений может сигнализировать о проблеме, связанной с отсутствием или неправильной работой системы внутреннего контроля, что требует глубокого анализа и оценки.

Стандарт COSO-ERM является развитием предыдущего стандарта COSO (Internal Control-Integrated Frame work), который был ориентирован на повышение достоверности отчетности компаний. Данный стандарт был разработан аудиторами для аудиторов (внутренних аудиторов). Стандарт COSO-ERM не содержит описания последовательности действий при внедрении систем риск-менеджмента, поэтому необходимо при его постановке привлекать внешнего консультанта. Стандарт COSO-ERM обязателен для публичных компаний в США (прежде всего для банков).

СТАНДАРТ FERMA

Стандарт FERMA** способствует решению следующих задач компании:

** Федерация европейских ассоциаций риск-менеджмента (FERMA) была основана в 1974 г. с целью обмена научными знаниями и опытом (прежнее название – «Ассоциация европейских промышленных страхователей»). Сегодня члены FERMA – это ассоциации по управлению рисками 12 европейских стран (Бельгия, Великобритания, Германия, Дания, Испания, Италия, Нидерланды, Португалия, Россия, Франция, Швейцария, Швеция), а также предприятия различных секторов бизнеса, правительственные организации и более 4800 риск-менеджеров. Миссия FERMA – повышение культуры риск-менеджмента через СМИ путем обмена информацией, разработка образовательных и аналитических проектов.

- обеспечение процесса максимизации стоимости компании;
- системный анализ рисков каждого вида деятельности;
- идентификация, описание и изменение рисков;
- выявление всех потенциальных «негативных» и «положительных» факторов, влияющих на деятельность компании;
- минимизация неопределенности и вероятности отклонения от поставленных бизнес-целей;
- интегрирование системы управления рисками в общую культуру компании;
- разработка программы управления рисками, оценка эффективности проводимых мероприятий, а также системы поощрения на всех уровнях компании.

Стандарт FERMA внедряется с целью придания максимальной устойчивости всем видам деятельности компании и анализа четырех типов рисков: стратегических, финансовых, производственных (операционных) и безопасности. Схема, заложенная в документе, служит основой для внедрения системы управления рисками. Этот стандарт содержит: определения риска, риск-менеджмента, процедуры оценки рисков, методы и технологии оценки рисков, мероприятия по управлению рисками, а также обязанности риск-менеджера.

В разработку стандарта большой вклад внесли профессиональные организации, занимающиеся вопросами управления рисками. FERMA разработан риск-менеджерами для постановки системы управления рисками в любой компании. Стандарт содержит четко определенную последовательность действий по разработке системы управления рисками и конкретные рекомендации.

FERMA предназначен в первую очередь для риск-менеджеров и фактически

представляет собой необязательные рекомендации.

СТАНДАРТ ISO 31000:2009

В 2009 г. появился международный стандарт ISO 31000:2009 «Менеджмент риска: принципы и рекомендации» и его «компаньоны» – ISO 31010:2009 «Менеджмент риска: техники оценки риска» и ISO/IEC 73:2009 «Менеджмент риска: Терминология», которые являются теоретической основой корпоративных интегрированных систем управления рисками (ERM).

Стандарт ISO 31000 – практический документ, направленный на оказание помощи компаниям в разработке их собственных подходов к управлению рисками. Внедряя ISO 31000, компания может сравнить свою практику управления рисками с международным опытом и привнести собственный опыт в мировую практику.

Стандарт ISO 31000 *предназначен для следующего:*

- приведения практики управления рисками в соответствие релевантным законодательным требованиям и регламентам, а также международным нормам;
- усиления доверия заинтересованных сторон (стейкхолдеров);
- интеграции процесса по управлению рисками с руководством, стратегией, планированием, отчетностью и культурой;
- установления «контекста», т.е. определения целей компании, заинтересованных сторон и совокупности критериев приемлемого риска;
- установления надежной основы для принятия решений и планирования;
- улучшения предупреждения убытков (потерь) и действия по ликвидации последствий рисков событий;
- улучшения показателей профессиональной безопасности и здоровья персо-

нала компаний, а также ключевых экономических показателей.

Главной особенностью стандарта является «установление контекста» как мероприятия в начале общего процесса управления рисками. Установление контекста позволяет определить цели компании, условия, при которых компания пытается достичь своих целей, заинтересованные стороны и разнообразие критериев риска, каждый из которых поможет выявить и оценить природу и сложность корпоративных рисков компании.

Данный стандарт включает в себя следующие основные компоненты процесса управления рисками: коммуникации и консультации; установление контекста; идентификация риска; анализ риска, определение степени риска; обработка риска; мониторинг и анализ. Стандарт применим на протяжении всего жизненного цикла компании, а также в широком спектре деятельности, включая стратегии и решения, операции, процессы, функции, проекты, продукцию, услуги и активы.

В настоящее время в России разрабатывается национальный стандарт ГОСТ Р ИСО/МЭК, который предназначен для корпоративной среды и государственного управления.

В таблице приведены основные стандарты по управлению рисками (COSO-ERM, FERMA, ISO 31000), каждый из которых ориентирован на достижение определенных целей (задач). Например, COSO-ERM направлен на обеспечение оптимального баланса между ростом компании, ее прибыльностью и рисками.

Для большинства компаний модель COSO-ERM трудно применима и при формальном подходе к внедрению менеджмента риска на ее основе имеет многочисленные недостатки:

Сравнительный анализ основных стандартов по управлению рисками (COSO-ERM, FERMA, ISO 31000)

Таблица

Параметр	Стандарт		
	COSO-ERM	FERMA	ISO 31000
Цель	Баланс доходности и риска	Максимизация стоимости компании	Максимизация доходности
Применимость в зависимости:			
от размера компании	Для крупных финансовых организаций	Для средних и малых компаний	Для компаний любого размера и вида деятельности
от особенностей страны	Главным образом в США в пределах финансового сектора	В странах ЕС	Широкая применимость в качестве базового стандарта
Требования по изменению существующей системы менеджмента качества	Требует изменения системы менеджмента качества в соответствии с требованиями COSO	Отсутствуют требования	Отсутствуют требования
Типы (классы) учитываемых рисков	Минимальный набор	Стратегические, финансовые и операционные	Максимальный набор
Способ элиминирования рисков	Мониторинг и контроль	Мониторинг, контроль и страхование	Учет возможностей (опцион) и угроз (хеджирование, страхование и др.)
Уровни управления рисками	Сосредотачивается на отрицательных последствиях риска на корпоративном уровне	Предназначен в первую очередь для риск-менеджеров	Осуществляется управление рисками на всех уровнях управления компании
Готовность к автоматизации	Низкая	Средняя	Высокая

- не позволяет учитывать положительные последствия риска (возможности);
- содержит большое количество терминологических (понятийных) несоответствий (например, риск, неопределенность, рисковое событие, рисковая ситуация и др.);

- не уделяет внимание управлению производственными (операционными) рисками, которые влияют на количество продукции, безопасность здоровья и окружающей среды.

Модель FERMA направлена на увеличение капитализации компании. При этом выделяются в качестве ключевых рисков: статистические, финансовые и операционные. Стандарт FERMA имеет практически те же недостатки, что и COSO-ERM. С выходом ISO 31000:2009 становятся совершенно очевидными основные несовершенства модели

COSO-ERM, связанные с отсутствием ряда существенных компонентов корпоративного риск-менеджмента.

При выборе того или иного стандарта следует руководствоваться следующими предположениями: если цель компании – размещение акций на Нью-Йоркской фондовой бирже, то необходимо выбрать COSO-ERM; если же цель – разработка системы управления рисками для внутреннего пользования, то целесообразно использовать ISO 31000:2009, хотя и этот стандарт содержит требования к раскрытию информации. Следуя компонентам рассмотренных стандартов и выбирая при этом различные способы и методы, компании смогут достигать поставленных целей по созданию систем интегрированного управления рисками. Компоненты уже существующих стандартов позволяют

сформировать «лучшую практику» в конкретной компании.

В общем случае выбор в судостроительной компании того или иного стандарта в качестве основного – достаточно сложная задача. Эта процедура требует понимания требований каждого стандарта и способов их практического применения, а также существенно зависит от уровня «зрелости» систем управления рисками и процессов управления информационными технологиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 51897 – 2002: Менеджмент риска. Термины и определения.
2. Руководство ISO 73:2009: Risk Риск-менеджмент: Словарь.
3. ISO/IEC 31010. Риск-менеджмент: Техники оценки риска.
4. Швец С.К. Введение в корпоративный риск-менеджмент: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 212 с. ■

Острейшей проблемой отраслей отечественной экономики, включая судостроение, является, как известно, ее кадровое обеспечение. Однако решение задач в данной области наталкивается на трудности, накопившиеся за ряд лет. В их числе:

- отсутствие сформулированных требований со стороны предприятий к профессиональной деятельности рабочих;

- нечеткость критериев оценки качества подготовки рабочих в учебных центрах предприятий;

- отставание профессионализма рабочих от технико-технологического развития;

- устаревание методов и программ обучения в корпоративных и иных учебных центрах, пагубно отражающееся на результативности обучения.

Отсюда становится очевидной необходимость достижения соответствия уровня профессиональной подготовки рабочих в региональных учебных центрах требованиям государственных контролирующих органов и корпоративным стандартам путем совершенствования учебно-программного обеспечения образовательного процесса и методов контроля его результатов.

ЗАДАЧИ МОДУЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Наиболее успешным способом достижения этих целей является, на наш взгляд, применение модульной технологии обучения. В ее основе лежит использование так называемого модульного принципа. Учебный модуль служит средством проектирования и реализации педагогической системы, в которой акцент обучения перемещен с процесса на результат, а гарантией достижения этого результата является

регулирование, адаптация системы обучения в любой момент и в любой точке ее функционирования. Для этого используется прикладная версия системно-модульного подхода к профессиональной подготовке взрослых – «MES-концепция». Ее базовый принцип – подход к обучению, ориентированный на формирование компетентности, в том числе формирование системы умений, необходимых специалисту для эффективного выполнения конкретных производственных задач.

Основными средствами реализации MES-технологии являются учебный модуль и учебный элемент. Они служат для организации и обеспечения процесса овладения определенной единицей профессиональной компетентности. Из стандартного набора таких единиц можно проектировать разнообразные оригинальные обучающие комплексы – модульные программы. Модульная программа профессиональной подготовки – это структурированный набор модулей, необходимых для достижения компетентности в рамках требований конкретной профессиональной деятельности.

КОРПОРАТИВНАЯ ПОДГОТОВКА РАБОЧИХ КАДРОВ: МОДУЛЬНЫЙ ПОДХОД

Б.С.Лисовик, д-р эконом. наук, проф., СПб филиал НОУ ДПО «Центральный институт повышения квалификации»,

А.М.Брехов, д-р эконом. наук, проф. СПбГМТУ, контакт. тел. (812)394 4576

РАЗРАБОТКА МОДУЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ

Определение структуры и содержания обучения осуществляется путем анализа будущей профессиональной деятельности. Такой анализ проводится в два этапа: сначала выделяются единицы структуры деятельности, затем определяются умения, необходимые для их выполнения.

Построение структуры деятельности. Структурными единицами профессиональной деятельности являются модуль деятельности и элемент деятельности.

Модуль деятельности – это относительно самостоятельная задача, выполняемая в рамках конкретной работы и подразумевающая достижение конкретного существенного результата: принятия решения, производства продукта, оказания услуги.

Определение состава компетентности. Для профессионального выполнения деятельности требуется профессиональная квалификация. Ее уровень определяется путем анализа единиц деятельности и включает модуль

ли компетентности и элементы компетентности.

Модуль компетентности – это способность (умение) выполнить модуль (задачу) деятельности эффективно и в соответствии с требованиями профессионального стандарта.

Элемент компетентности – это отдельное умение при выполнении модуля деятельности.

Построение структуры обучения. В MES-обучении процесс приобретения квалификации разбивается на самостоятельные этапы, на каждом из которых формируется соответствующая единица компетентности.

Формирование умения (компетентности) выполнить задачу (модуль) происходит в учебном модуле. Формирование умения выполнить операцию происходит в учебном элементе. Учебный модуль и учебный элемент содержат самостоятельные, завершённые учебные циклы. Модульная программа строится как система таких взаимосвязанных циклов. Модульная программа профессиональной подготовки – это структурированный набор учебных модулей и учебных элементов, необходимых для овладения профессиональной квалификацией в рамках требований стандартов конкретного вида профессиональной деятельности.

Единый способ анализа деятельности для определения структуры и содержания обучения позволяет из стандартного набора учебных модулей конструировать разнообразные обучающие комплексы – модульные программы.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАЧ ОБУЧЕНИЯ

Постановка учебных целей. Система учебных целей MES-программы включает: стратегические цели всей программы; тактические цели модулей; оперативные цели учебных элементов.

Целью каждого уровня является формирование компетентности – подготовленности к выполнению определенной единицы деятельности. Цели обучения специфицируются (определяются и уточняются). За счет этого программа приобретает характер «контракта», который заключают учащийся и преподаватель. Цели обучения адресуются учащемуся, который становится их непосредственным исполнителем.

Анализ исходной ситуации обучения. MES-программа обучения начинает функционировать в точке, параметры которой определяются исходной ситуацией обучения и задаются условиями и возможностями обучения и исходным состоянием учащегося.

Условия и возможности обучения – это имеющиеся ресурсы, а также ограничения, которые могут налагаться на процесс обучения (время, персонал, материально-техническая база, финансы).

Характеристиками исходного состояния учащегося являются социокультурные параметры; личные планы; мотивы; имеющиеся и необходимые подготовка и опыт.

Определение потребностей в обучении. MES-обучение является немедленным откликом учебной программы на запросы производственной ситуации и индивидуальные потребности учащегося. Потребности в обучении обусловлены:

- параметрами производственной среды (типом уровнем квалификации необходимого персонала, его количеством);
- разницей между стандартом профессиональной компетентности будущего специалиста и степенью его реальной компетентности.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЕ ОБУЧЕНИЯ

MES-программа организуется по принципу замкнутого учебного цикла. Подготовка MES-программы заключается в комплектовании индивидуального учебного пакета, составленного из учебных модулей или учебных элементов, которые соответствуют учебным целям конкретного учащегося. Каждый обучаемый обеспечивается собственным комплектом учебных средств и необходимыми ресурсами для учебной работы. Цели и содержание каждого цикла обучения могут быть адаптированы к индивидуальным потребностям ученика.

Срок обучения определяется возможностями учащегося. Обучение может быть закончено сразу после подтверждения учащимся факта достижения необходимой компетентности, продлено или приостановлено по согласованию заинтересованных сторон.

Учащийся может принимать согласованные с преподавателем решения о способах, методах, последовательности, графике, продолжительности, месте, времени обучения; работает с материалами программы преимущественно самостоятельно.

Для обучения создается среда, максимально приближенная к характеру будущей профессиональной деятельности. Обучение проводится методами, соответствующими методам профессиональной деятельности.

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Результаты обучения оцениваются до начала обучения (на входе в программу); во время обучения (в ходе программы); в конце обучения (на выходе из программы).

Перед началом всей программы и перед началом каждого модуля проводится оценка потребностей и возможностей в обучении. Для этого оцениваются: необходимая подготовка;

имеющаяся подготовка; а также предварительная подготовка.

В ходе программы оцениваются достижения учебных целей. Оценка проводится в конце учебного элемента с помощью теста «Проверка достижения целей». Может осуществляться в режиме свободного самоконтроля.

В конце учебного модуля такая оценка проводится с помощью «Практического теста модуля». Оценивается достижение тактических целей обучения.

В конце программы оценка достижения учебных целей всей программы проводится с помощью «Квалификационного экзамена».

РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Для разработки и проведения модульных программ требуется существенное ресурсное обеспечение:

- учебное, технологическое и организационно-техническое оборудование;
- время для разработки и адаптации учебно-программных материалов;
- педагогический персонал следующих основных категорий: разработчик модульных программ, методист-преподаватель модульных программ, методист-организатор модульных программ.

Хорошая организация модульной профессиональной подготовки – это сложное и недешевое мероприятие, в котором не сразу удается достичь совершенства. Однако результат – эффективные и результативные программы – окупят все вложения, сделанные в их разработку и проведение.

ПРЕИМУЩЕСТВА МОДУЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

Модульная программа профессиональной подготовки:

- сокращает сроки и повышает качество обучения;
- обеспечивает точное соответствие целей и содержания профессиональной подготовки требованиям конкретного производства;
- гарантирует достижение запланированного результата обучения за счет развитой системы оценки и контроля;
- предусматривает вариативность обучения, адаптацию учебного процесса к индивидуальным возможностям и запросам обучающихся, создает им условия для индивидуального продвижения по модульной программе;
- использует игровые формы обучения за счет широкого применения ПК, включая «планшетники»;
- позволяет повышать квалификацию преподавателей программ профессиональной подготовки, так как содержит модель эффективного обучения;
- содержит обязательные требования к подготовке по охране труда, промышленной и экологической безопасности. ■

Историю Санкт-Петербургского Политехнического института принято отсчитывать от 19 февраля 1899 г. – дня высочайшего одобрения, императором Николаем II доклада министра финансов С.Ю. Витте об учреждении этого института.

Идею об учреждении в составе Политехнического института Кораблестроительного отделения подал А.Н. Крылов, известный ученый-кораблестроитель и математик, академик с дореволюционным стажем, Герой Социалистического Труда, научная и военно-морская карьера которого в конце XIX в. только начиналась.

А.Н. Крылов стал первым руководителем дисциплины «теория корабля», после того как 3 октября 1902 г. ее начали читать на Кораблестроительном отделении. Эта дата и считается датой образования кафедры теории корабля.

Основной особенностью корабля, отличающей его от других инженерных сооружений, является приспособленность к плаванию в воде. Совокупность свойств, определяющих поведение корабля как плавающего сооружения в целом в различных условиях его службы и при различных состояниях моря называют мореходными качествами. Теория корабля – это теория его мореходных качеств, к которым относят плавучесть, остойчивость, ходкость, управляемость, мореходность.

Основные законы статики твердого тела, плавающего в жидкости, установлены греческим ученым Архимедом. И хотя они открыты за два века до нашей эры, в судостроении они нашли применение только в XVII в. В 1666 г. английский кораблестроитель А. Дин к удивлению всех присутствовавших при спуске на воду военного корабля «Рупперт» предсказал его осадку, а еще на стапеле, до спуска прорезал в его бортах пушечные порты.

Развитие теории корабля неразрывно связано с запросами практики кораблестроения и мореплавания, которая всегда выдвигала вопрос о том, какими способами можно обеспечить строящемуся кораблю требуемые мореходные качества. Однако только расцвет математики и механики, начало которым было положено трудами члена Петербургской академии Леонарда Эйлера и французского астронома Бугера в первой половине XVIII в., создал условия для развития теории корабля как науки.

С появлением парового флота возникла необходимость при проектировании корабля определять мощность паровых машин и запас топлива, обеспечивающих заданную скорость, при этом требовалось предварительно рассчитывать сопротивление воды движению корабля. Первый и наиболее значительный шаг в этом направлении был сделан английским ученым В. Фрудом, предложившим во второй половине XIX в. метод определения сопротивления воды движению корабля путем буксировочных испытаний его модели в опытовом бассейне.

В момент организации Политехнического института отдельных кафедр по специальным дисциплинам не было, были профессора и их ассистенты. Курс теории корабля после А.Н. Кры-

ИСТОРИЯ КАФЕДРЫ ТЕОРИИ КОРАБЛЯ СПбГМТУ К 110-ЛЕТИЮ СО ДНЯ ОБРАЗОВАНИЯ

Р.В. Борисов, *д-р техн. наук, проф.,
зав. кафедрой теории корабля СПбГМТУ,
контакт. тел. (812) 494 0925*



**Крылов Алексей
Николаевич (1863–1945)**



**Фан-дер-Флит Александр
Петрович (1870–1941)**



**Струнников Василий
Тимофеевич (1884–1946)**



**Павленко Георгий
Евстрафьевич (1898–1970)**

лова читали профессора А.П. Фан-дер-Флит, В.Т. Струнников, Б.Г. Харитонович.

В 1930 г. на базе Кораблестроительного факультета был создан Ленинградский кораблестроительный институт, в составе кораблестроительного факультета которого организована и кафедра теории корабля во главе с профессором Г.Е. Павленко. К работе на кафедре в этот период были привлечены В.Г. Власов, М.Я. Алферьев, С.Н. Благовещенский, В.М. Лаврентьев, В.В. Семенов-Тян-Шанский, ставшие впоследствии крупными учеными, профессорами, докторами технических наук. Этими специалистами в соответствии с учебными программами были написаны учебники и учебные пособия по теории гребного винта, сопротивлению воды движению судов и качке, спуску судов, статике корабля.

В 1940 г. на кафедре созданы опытовый бассейн, зал малых установок, мастерские для изготовления моделей и устройств. Пострадавшие во время Великой Отечественной войны лаборатории в 1945 г. были восстановлены, а к 1961 г. существенно модернизированы, что позволило выполнять заказы промышленности и вести научные исследования. Здесь же студенты всех факультетов института выполняли лабораторные работы.

Леонардо да Винчи говорил: «Когда имеешь дело с водой, прибегни сперва к опыту, а затем к рассуждению». Сотрудниками кафедры в опытовом бассейне был выполнен большой комплекс работ по исследованию сопротивления воды движению судов различных типов. Они велись в двух направлениях: усовершенствование методов расчета составляющих сопротивления и учета влияния на него условий плавания; совершенствование и выбор оптимальных форм обводов судов на основе систематических модельных испытаний самоходных и несамоходных речных, морских транспортных, рыболовных судов и судов технического флота. Полученные результаты широко использовались при проектировании судов в организациях Министерств судостроительной промышленности, морского и речного флотов. В этих исследованиях активное участие принимали П.А. Апухтин, Я.И. Войткунский, Л.С. Артюшков, О.В. Дубровин, В.Ф. Малова, А.Н. Шебалов и др. Особое место в работах по сопротивлению воды занимали экспериментально-теоретические исследования искусственной кавитации, выполненные под руководством В.В. Рождественского.

Важные результаты в области исследования и разработки методов расчета спуска судов и динамической остойчивости были получены В.В. Семеновым-Тян-Шанским, предложив-



Власов Василий Григорьевич (1896–1959)



Семёнов-Тян-Шанский Владимир Вениаминович (1899–1973)



Холодилин Александр Николаевич (1921–1993)



Рождественский Всеволод Валерьевич (1920–1994)



Артюшков Леонид Сергеевич (1927–2000)

шим законченную теорию и методы практического расчета бокового спуска судов. Особое внимание уделялось экспериментально-теоретическим исследованиям продольного спуска судов различных типов. Например, безопасность спуска первого в мире атомного ледокола «Ленин» отработывалась в опытовом бассейне кафедры. Здесь же проводились исследования применения подводного крыла для создания подземной силы в корме при спуске крупнотоннажных судов. Спуск с крылом впервые в мировой практике был применен на плавбазе «Восток».

Разработанная С.Н. Благовещенским теория динамической устойчивости судов в условиях ветра и волнения послужила основой для совершенствования норм устойчивости Регистра СССР.

Ряд оригинальных исследований характеристик нелинейной бортовой качки выполнен С.Н. Благовещенским, В.В. Семеновым-Тян-Шанским и их учениками. Более общая, гидродинамическая, теория качки конечной амплитуды, учитывающая взаимосвязь отдельных видов качки, разработана В.В. Луговским. Теоретические и практические разработки вопросов успокоения качки проводил А.Н. Холодилин.

Исследования проблем качки буровых судов и платформ на ходу и на стоянке в свободном и заякоренном состоянии, а также проблем динамического позиционирования проводились в опытовом бассейне и на открытом водоеме лабораторной базы под руководством Р.В. Борисова.

Изучение теории и методики проектирования судовых движителей, управляемости, гидродинамики подводных технических средств освоения океана выполнены сотрудниками кафедры В.М. Лаврентьевым, К.К. Федяевским, А.Ш. Ачкинадзе, Л.С. Артюшковым, Г.В. Соболевым, Г.И. Зильманом.

Результаты исследований кафедры в области теории корабля нашли свое отражение в таких учебниках и учебных пособиях, как «Статика и динамика корабля» В.В. Семенова-Тян-Шанского, «Качка корабля» С.Н. Благовещенского, «Справочник по теории корабля. Ходкость и управляемость» и «Сопротивление воды движению судов» Я.И. Войткунского, «Гидродинамика нелинейной качки судов» и «Динамика моря» В.В. Луговского, «Управляемость судов и автоматизация судовождения» Г.В. Соболева, «Кавитация» В.В. Рождественского.

В 50–60-х гг. XX в. Кораблестроительный институт интенсивно готовил кадры для развивающейся после войны промышленности. С 1961 г. кафедра теории корабля наряду с кафедрой гидромеханики стала выпускать специалистов-гидромехаников.

Многие исследования современных проблем теории корабля возможны лишь с использованием новейших технических достижений. Некоторые расчеты мореходных качеств, основанные на более точном учете различных факторов, становятся практически осуществимыми только с помощью ЭВМ, что выдвигает принципиально новые требования к решению задач теории корабля, делая излишними допущения, которые диктовались прежде необходимостью упрощения расчетных схем. В настоящее время решены проблемы большинства расчетов по теории корабля, выполняемых в процессе проектирования. В учебниках, изданных за последнее десятилетие профессорами В.Б. Жинкиным («Теория и устройство корабля»), В.В. Луговским («Качка корабля»), Р.В. Борисовым в соавторстве («Статика корабля»), уделено большое внимание решению задач статики и динамики именно с помощью ЭВМ.

В последние годы, несмотря на потерю части флота и позиций в промышленности и науке, кафедра теории корабля остается одной из самых авторитетных кафедр СПбГМТУ и ведущей среди родственных кафедр других вузов страны. Сохранена специальность, сохранен кадровый состав кафедры, где успешно работают профессора В.Б. Жинкин и Ю.П. Потехин, доценты Н.Н. Юрков и А.А. Лузянин, молодые ученые профессор В.Ю. Семенова и доцент Д.В. Никущенко защитили докторские диссертации. Сотрудники кафедры ведут научную работу, неизменно участвуют в научных конференциях (Крыловские чтения, Боклевские чтения и др.), публикуют статьи. Кафедра поддерживает научные связи с такими организациями, как Российский Морской Регистр судоходства, ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, «Рубин», «Малахит», «Гипрорыбфлот» и др.

По инициативе кафедры теории корабля вновь организован и успешно работает в университете музей кораблестроения и кораблестроительного образования.

Руководители курсов теории корабля Политехнического института, заведующие кафедрой теории корабля Ленинградского кораблестроительного института, ныне Санкт-Петербургского государственного морского технического университета в разные годы: 1902–1906 гг. – профессор А.Н. Крылов; 1906–1918 гг. – профессор А.П. Фан-дер-Флит;



Благовещенский Сергей Николаевич (1903–1985)



Лаврентьев Валериан Михайлович (1906–1973)



Соболев Геннадий Васильевич (1928–1979)



Федяевский Константин Константинович (1903–1970)

1918–1930 гг. – профессор В.Т. Струнников (руководитель направления теории корабля – статика, качка);
 1924–1930 гг. – профессор Б.Г. Харитонович (руководитель направления теории корабля – гидромеханика, сопротивление воды);
 1930–1932 гг. – профессор В.Т. Струнников;
 1930–1932 гг. – профессор Г.Е. Павленко (зав. кафедрой гидромеханики корабля);
 1932–1935 гг. – профессор В.Т. Власов;

1936–1942 гг. – профессор Г.Е. Павленко;
 1944–1946 гг. – профессор В.Т. Власов;
 1946–1972 гг. – профессор В.В. Семенов-Тянь-Шанский,
 1972–1974 гг. – профессор А.Н. Холодилин;
 1974–1976 гг. – профессор В.В. Луговский;
 1976–1986 гг. – профессор В.В. Рождественский;
 1986–1996 гг. – профессор В.В. Луговский;
 с 1996 г. – профессор Р.В. Борисов. ■

19 июня исполняется 75 лет заслуженному работнику высшей школы РФ, доктору технических наук, профессору, заведующему кафедрой теории корабля СПбГМТУ Рудольфу Васильевичу Борисову.

Рудольф Васильевич родился в с. Морозовка Тернейского района Приморского края и после окончания школы в 1954 г. поступил в Ленинградский кораблестроительный институт, с которым связал свою дальнейшую судьбу, пройдя путь от студента до заведующего одной из ведущих кафедр ныне Санкт-Петербургского государственного морского технического университета.

Закончив аспирантуру в 1965 г., Рудольф Васильевич в 1978 г. защитил кандидатскую диссертацию, а в 1991 г. – докторскую. С 1996 г. Р.В. Борисов – бессменный заведующий кафедрой теории корабля.

Р.В. Борисов всегда оказывался на переднем крае научных исследований. В кандидатской диссертации он разрешил не имевшую на тот момент теоретического представления проблему качки судна с учетом заливаемости палубы. Заинтересовавшись в 80-х гг. проблемами динамики технических средств освоения океана, подготовил докторскую диссертацию.

Сегодня Р.В. Борисов – известный в стране ученый, внесший значительный вклад в решение ряда научных проблем, связанных со статикой и динамикой судов и технических средств освоения Мирового океана, автор более 100 научных, методических работ и изобретений, в том числе 13 учебников и учебных пособий. За последние годы Р.В. Борисов опубликовал 16 работ, из них 4 книги: «Морские инженерные сооружения» (2003 г.), «Статика и динамика ТСО» (2004 г.), «Статика корабля» (2005 г.), «Качка корабля» (2009 г.).

Научная школа, созданная Р.В. Борисовым, ведет комплексные исследования проблем статики и динамики кораблей и

плавающих технических средств освоения океана, имеющих прежде всего практическую направленность. Им подготовлено девять кандидатов технических наук,



два доктора и один соискатель степени доктора технических наук. Десятки дипломников – инженеров-исследователей под его руководством подготовили и защитили дипломные работы и сейчас трудятся на предприятиях отрасли.

Важными результатами научных исследований Р.В. Борисова являются комплексы программ, разработанные совместно с учениками, для расчетов линейной и нелинейной качки, а также форма типового свидетельства о мореходности транспортных судов, технических средств освоения океана и плавучих инженерных сооружений как на регулярном, так и на нерегулярном волнении в свободном и закоренном положении. Эти разработки переданы в Российский Морской Регистр судоходства и в ЦНИИ Морского флота и используются при решении задач обеспечения безопасности мореплавания.

В последние годы большое внимание в исследованиях Р.В. Борисова уделяется разработке ограничений по погодным условиям мореходности и прочности судов смешанного плавания и морских транспортных судов. Исследования проводятся в сотрудничестве с Российским Морским Регистром судоходства.

Большое внимание Р.В. Борисов уделяет педагогической деятельности. Он – один из ведущих методистов и лекторов по курсам «Статика корабля», «Качка корабля», «Динамика корабля», «Теория и устройство корабля», «Динамика плавучих технических средств освоения океана», «Теоретические основы нормирования остойчивости морских судов», «Успокоители качки» и др.

Юбилер – активный участник научно-организационной работы. Он – член Ученого совета, заместитель председателя Диссертационного совета по кораблестроению СПбГМТУ, заместитель председателя объединенного диссертационного Совета по истории и философии науки и техники, член Президиума Научно-технического совета и руководитель секции мореходных качеств судов при Российском Морском Регистре судоходства, организатор и научный руководитель музея кораблестроения и кораблестроительного образования СПбГМТУ.

Р.В. Борисов уделяет значительное внимание и общественно-организационной работе: будучи членом президиума Профессорского собрания Санкт-Петербурга, объединяющего около трех тысяч профессоров города, и главным редактором газеты «Вестник Профессорского собрания», он внес значительный вклад в аналитическую разработку и реализацию программных документов развития отечественной науки. ■

Коллектив Санкт-Петербургского государственного морского технического университета, коллеги по совместной работе в Российском Морском Регистре судоходства и Профессорском собрании Санкт-Петербурга от всей души поздравляют Рудольфа Васильевича с 75-летием, желают ему здоровья, удачи и осуществления самых заветных планов. Редакция журнала «Морской вестник» присоединяется к этим поздравлениям и желает Рудольфу Васильевичу дальнейших творческих успехов в деле развития кораблестроения и подготовки новых кадров.

Настоящей статьёй «Северная верфь» продолжает цикл публикаций, посвященных столетию предприятия, празднование которого намечено на 14 ноября 2012 г.

После окончания Великой Отечественной войны завод им. А.А. Жданова 20 апреля 1946 г. был назначен головным по строительству большой серии эсминцев первого послевоенного поколения нового проекта 30бис (рис. 1).



Рис. 1. Эскадренный миноносец пр. 30

Материалы технического проекта и рабочие чертежи были разработаны на заводе в филиале ЦКБ-17, позже преобразованном в ЦКБ-53 (в дальнейшем – «Северное ПКБ»). По составу вооружения новый проект мало чем отличался от предыдущих эсминцев за исключением того, что вместо трехтрубных были установлены пятитрубные торпедные аппараты, несколько усилено зенитное вооружение и радиоэлектронное вооружение. Полное водоизмещение корабля превысило 3000 т. Главная энергетическая установка была та же, что на пр. 30К: эшелонирована из двух котельных и одного машинного отделения мощностью по 30 000 л.с. на вал. Корпус корабля имел ту же архитектуру, что и на пр. 30К, но был выполнен полностью сварным, за исключением отдельных элементов клепаных соединений открытых палуб с бортами. Корпус собирался на стапеле из крупных объемных блоков и плоских секций. Все секции собирались в закрытом цехе, что обеспечивало высокое качество работ.

Скорость эсминца составляла 35,5 уз, дальность плавания экономической скоростью – 3500 миль.

Эсминцы этого проекта строились большой серией в 70 кораблей, из них на заводе № 190 им. А.А. Жданова с 1948 по 1953 г. было построено 16 кораблей.

Для обеспечения поставленной задачи на заводе необходимо было провести большие восстановительные работы. Организовать постройку крупнотоннажных кораблей со сварными корпусами в старых производственных цехах оказалось невозможным. Было решено о возвести мощный крытый четырехпролетный эллинг с трансбордерным устройством. Он был построен в 1949–1950 гг. Это уникальное сооружение состоит из четырех пролетов шириной по 26 м и длиной по 176 м с высотой до подкрановых путей 35 м, что позволило строить корабли и суда поточно-позиционным методом со спуском в готовности до 85%. В 1947 г. корпусное производство было реорганизовано – вместо одного корпусного цеха возникли три: корпусообработывающий, сборочно-сварочный и стапельный. Для раскроя металла широко применялись газорезательные машины марки «Мессер и Полисек», полученные из Германии по репарации. При строительстве эсминцев пр. 30бис было разработано и внедрено 579 наименований специальной оснастки. В сборочно-сварочном цехе организовано 13 специализированных поточных линий и решены многие вопросы, связанные с деформацией сварных соединений.

Одновременно был взят курс на отказ от собственной машиностроительной базы. Производство водотрубных котлов было передано Балтийскому заводу, а турбинная мастерская

ОАО «СЗ «СЕВЕРНАЯ ВЕРФЬ»: НА ПУТИ К СТОЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ

ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь»,
контакт. тел. (812) 324 2914

– Кировскому заводу. Закрыта литейная мастерская. Завод практически был превращен в судостроительную верфь.

Дальнейшим развитием отечественных эскадренных миноносцев стал корабль, оснащенный новыми образцами оружия и техники, созданными уже в послевоенное время. И хотя строительство эсминцев по пр. 41 было ограничено одним кораблем «Неустршимый», создание его сыграло важную роль в развитии отечественного кораблестроения. Проект разработан в ЦКБ-53 главным конструктором В.А. Никитиным. В техническом плане корабль являл собой качественно новый этап в развитии кораблей не только своего класса, но и отечественного надводного кораблестроения вообще. Корпус впервые был выполнен гладкопалубным с небольшой седловатостью в средней части. Кроме одной носовой надстройки и котельных кожухов на верхней палубе (не считая оружия) других надстроек не было. Корабль в максимальной степени отвечал требованиям противорадиолокационной защиты, имел броню толщиной от 8 до 20 мм, спаренные палубно-башенные универсальные 130-миллиметровые артиллерийские системы главного калибра, успокоители бортовой качки в виде управляемых бортовых рулей, систему воздушного отопления внутренних помещений. Корабль должен был обладать повышенной для этого класса дальностью плавания – 5500 миль, автономностью 20 сут. и скоростью полного хода в 36 уз.

Головной эсминец пр. 41 заложили 5 июля 1950 г., сборка корпуса из секций началась в новом крытом эллинге. Многочисленные новации в проекте стали причиной длительной доводки, и сдача корабля флоту состоялась только 31 января 1955 г., однако проектные значения скорости полного хода и дальности плавания не были достигнуты.

Проектирование эсминца модернизированного пр. 41, так первоначально значился в документах корабль пр. 56 (рис. 2), с сохранением состава оружия, вооружения и технических средств эсминца «Неустршимый», но с уменьшением водоизмещения, повышением скорости полного хода до 39 уз и улучшением мореходных качеств началось летом 1951 г. Все-го по этому проекту планировалось построить 100 кораблей.



Рис. 2. Эскадренный миноносец пр. 56М «Неудержимый»

Официальная закладка головного корабля, получившего наименование «Спокойный», состоялась на заводе им. А.А. Жданова 4 марта 1953 г., а спуск на воду – 28 ноября того же года. После доводки конструкции кормовой оконечности корабль развил скорость в 39 уз. С 1956 по 1958 г. заводом было построено 12 эсминцев.

На эсминце пр. 56 впервые была опробована технология поточно-позиционного строительства с максимальным

выполнением монтажно-достроечных работ в эллинге. При этом было организовано четыре позиции, на которые перемещался корабль:

первая – стапельная сборка и сварка с установкой доизлучающего насыщения;

вторая и третья – изоляция корпуса, монтаж устройств, систем, части вспомогательных механизмов, затяжка кабельных трасс;

четвертая – загрузка котлов, гидро-зубчатых агрегатов, вспомогательных механизмов, выполнение работ по подготовке к спуску на воду, установка на спусковые тележки.

Далее корабль выводился на трансбордерное устройство и спускался по слипу на воду. После освобождения четвертой позиции проводилась перестановка по позициям следующих корпусов, а на первой закладывался новый. В последствии по причине малой серийности от этого метода пришлось отказаться.

Последний, 13-й, корпус эсминца пр. 56 было решено достроить по измененному проекту 56М. В проекте корабля, получившего наименование «Неуловимый», впервые взамен кормовой 130-мм артиллерийской установки было внедрено управляемое ракетное оружие – противокорабельный комплекс «КСЦ», который включал непосредственно противокорабельную ракету (ПКР), или, по тогдашней терминологии, самолет-снаряд, стартовую установку, систему дистанционного управления, систему хранения и заправки самолето-снарядов, приборы управления стрельбой. Сдача «Неуловимого» флоту состоялась 8 марта 1960 г. Эскадренные миноносцы пр. 56 были последними торпедно-артиллерийскими кораблями этого класса в нашем флоте. В основном они уже не соответствовали новым средствам и способам войны на море.

В конце 1956 г. в ЦКБ-53 под руководством главного конструктора О.Ф. Якоба была завершена разработка технического проекта эсминца пр. 57бис (рис. 3) водоизмещением 3850 т и скоростью полного хода 35,3 уз. Это был первый в мире специально спроектированный корабль, на котором артиллерия главного калибра была заменена крылатыми противокорабельными ракетами на двух наводящихся стабилизированных пусковых установках, с погрехами для 14 ракет. Система подачи поднимала каждую ракету (весом около 3 т!) в пост предстартовой подготовки. Интервал между пусками достигал 15 – 20 минут.



Рис. 3. Эсmineц пр. 57бис «Бойкий»

Головной корабль получил название «Гремящий». Вслед за «Гремящим» ВМФ получил еще три серийных ракетных корабля: «Жгучий», «Зоркий» и «Дерзкий». С мая 1966 г. эти корабли отнесли к классу БРК, а затем, после переоборудования, к БПК (пр. 57А). Первый корабль («Гремящий»), переоборудованный на заводе им. А.А. Жданова, был передан флоту в 1968 г. (до 1972 г. по проекту 57А на заводе были переоборудованы еще четыре корабля – «Жгучий», «Зоркий», «Дерзкий», «Бойкий»). Это была самая затратная и трудоемкая модернизация в истории отечественного кораблестроения, так, «Гремящий» переоборудовали в течение более двух лет. В целом эти работы себя оправдали – флот получил принципиально новые корабли, прослужившие после модернизации по 15–20 лет.

Создание ракетных кораблей началось в декабре 1956 г., с момента утверждения Главкомандующим ВМФ Адмиралом

Флота Советского Союза С.Г. Горшковым ТЗ на разработку в ЦКБ-53 эскизного проекта нового эсминца, получившего номер 58, и несколько раньше, в октябре того же года, на разработку комплексов зенитного реактивного оружия.

Головной корабль, получивший название «Грозный», был заложен 23 февраля 1960 г., спущен на воду 26 марта 1961 г., а в июне 1962 г. предъявлен на государственные испытания. Была проведена окончательная классификация корабля, который в официальных документах именовался как «корабль с реактивным вооружением»; в начале 60-х гг. он был причислен к классу крейсеров и подклассу «ракетный крейсер» – корабль 1 ранга. В декабре 1962 г. он вступил в состав Северного флота.

Главным оружием корабля был комплекс крылатых ракет П-35. Он состоял из двух четырехконтейнерных наводящихся по горизонтали и углу возвышения палубных пусковых установок пакетного типа, системы управления «Бином» и 16 крылатых ракет.

Впервые на одном корабле были размещены комплекс крылатых ракет и зенитный ракетный комплекс «Волна», а также реактивная бомбометная система РБУ-6000 (две 12-ствольные установки) с боезапасом на четыре полных залпа.

Изначально предполагалось построить не менее 16 кораблей этого типа, но фактически за «Грозным» на заводе им. А.А. Жданова были построены только «Адмирал Фокин», «Адмирал Головкин» и «Варяг». Последний вступил в состав ВМФ в 1964 г.

За большие заслуги в деле создания новых типов ракетного вооружения, а также надводных кораблей, оснащенных этим оружием, и перевооружение кораблей ВМФ Указом Президиума Верховного Совета СССР от 28 апреля 1963 г. завод № 190 им. А.А. Жданова Ленинградского Совета Народного Хозяйства был награжден орденом Ленина.

В 1956 г. было принято решение о создании в ЦКБ-53 нового СКР с более сильным составом противовоздушной обороны (ПВО) по сравнению с пр. 50 и с большей скоростью хода. Сначала он числился как эсминец с ЗУРС (зенитные управляемые реактивные снаряды), затем сторожевым кораблем (СКР), а с 1966 г. отнесен к большим противолодочным кораблям. Проект получил номер 61 (рис. 4). На корабле впервые в мире была осуществлена установка двухвальной газотурбинной установки (ГТУ) мощностью 2×36 000 л.с., предназначенной для использования на всех режимах плавания.



Рис. 4. Сторожевой корабль пр. 61

Закладка корабля пр. 61 «Огнево́й» состоялась 27 августа 1962 г., 31 мая 1963 г. его спустили на воду, в 1964 г. БПК вошел в состав ВМФ. Всего в 1964–1966 гг. построено 20 кораблей этого проекта, из них пять – на заводе им. А.А. Жданова – «Огнево́й», «Образцовый», «Одаренный», «Славный» и «Стерегущий».

Корабли этого проекта стали знаковыми не только для отечественного, но и мирового кораблестроения, так как впервые был создан достаточно крупный корабль с ГТУ.

В 60-х гг. в отечественном кораблестроении произошло смещение приоритетов. В то время строительство надводных кораблей для нашего флота велось по двум генеральным направлениям: «ударному» и «противолодочному». Развертывание в США в те же годы системы «Polaris» выдвигало борьбу с ПЛАРБ на передний край. К 1964 г. была реализова-

на программа ракетных крейсеров пр. 58, которые при своих бесспорных достоинствах имели определенные недостатки: при слишком «зажатом» водоизмещении и размерениях не могли быть улучшено обитаемость, усилено ПВО, повышена дальность плавания и автономность.

В связи с этим разработку нового корабля ПВО-ПЛЮ, получившего №1134 (рис. 5), ГУК ВМФ заказало Северному ПКБ, причем сразу с этапа технического проектирования, минуя эскизный. Большой противолодочный корабль второго поколения получился довольно крупным и вполне соответствовал условиям длительного морского плавания. Его полное водоизмещение – 7350 т, длина корпуса – 156,2 м, котлотурбинная установка 45000х2 л.с. обеспечивала полную скорость 33 уз и дальность плавания 5000 миль.



Рис. 5. Большой противолодочный корабль пр. 113А

Головному кораблю присвоили имя «Адмирал Зозуля». Он был заложен 26 июля 1964 г. на заводе им. А.А. Жданова и передан ВМФ 8 октября 1967 г. В следующие два года ВМФ приняли еще три серийных БПК: «Вице-адмирал Дрозд», «Владивосток» и «Севастополь».

После постройки четырех корпусов и начала строительства пятого корпуса по пр. 1134 был принят на вооружение основной комплекс оружия – ЗРК М 11 «Шторм», что обусловило переход к строительству кораблей по откорректированному пр. 1134-А. Корабль оснастили двумя ЗРК «Шторм», новой, более совершенной РЛС обнаружения воздушных целей и ГАС «Титан-2» с антенной в носовом бульбовом обтекателе. Увеличение противолодочного потенциала заключалось в замене трехтрубных торпедных аппаратов на пятитрубные и добавлении к двум РБУ-6000 «второго калибра» – РБУ-1000, а также наличии вертолета Ка-25 в «постоянной прописке». Головной корабль «Кронштадт» был построен в сентябре 1969 г., еще девять однотипных кораблей построены в течение последующих восьми лет, в год по одному БПК (в 1973 г. – два).

Одновременно с линией больших океанских противолодочных кораблей пр. 1134-А и 1134-Б Северным ПКБ разрабатывались БПК меньшего размера для обеспечения противолодочной и противовоздушной обороны соединений кораблей и поиска подводных лодок в открытых морских районах. Корабль пр. 1135 «Буревестник» (рис. 6), при сравнительно ограниченном водоизмещении в 3100 т, длине 123,1 м, ширине 14,2 м имел достаточно мощное вооружение, состоящее



Рис. 6. Эскадренный миноносец пр. 56М «Неудержимый»

из четырехтрубной пусковой установки ракет-торпед 85-Р «Метель», двух сдвоенных пусковые установки ЗУР «Оса», двух сдвоенных 76-мм орудий, двух счетверенных 533-мм торпедных аппарата, двух 12-ствольных РБУ-6000. Главная двухвальная газотурбинная энергетическая установка с двумя агрегатами М-7 общей мощностью 48 000 л.с. обеспечивала полный ход в 32 уз и дальность плавания 4000 миль.

Корабль пр. 1135 получился удачным и имел хорошие мореходные качества. На заводе были построены шесть кораблей: «Жаркий», «Ретивый», «Легкий», «Летучий», «Пылкий», «Задорный». В 1983–1984 гг. на заводе А.А. Жданова сторожевой корабль «Жаркий» был модернизирован по пр. 1135.3 для отработки нового ГАК «Звезда-МГ». В 1983 г. был разработан пр. 1135.2 с размещением ПКРК «Уран». Однако реализация его из-за срыва сроков создания нового комплекса затянулась до начала 90-х гг. До развала СССР и обвального сокращения заказов ВМФ удалось модернизировать только два корабля: «Ленинградский комсомолец» («Легкий») и «Пылкий». В 1990–1994 гг. уже на Северной верфи произведен средний ремонт с модернизацией СКР «Жаркий».

За успешное выполнение пятилетнего плана и организацию производства новой техники Указом Президиума Верховного Совета СССР от 18 января 1971 г. Ленинградский судостроительный завод им. А.А. Жданова награжден орденом Октябрьской революции.

В начале 70-х гг. в ВМФ СССР было принято решение о создании системы из двух кораблей УРО и ПВО – пр. 956 и специализированного корабля ПЛО, создаваемого в развитие БПК (СКР) пр. 1135, получившего номер пр. 1155 (рис. 7). Проект первоначально разрабатывался как улучшение БПК (СКР) пр. 1135 с ликвидацией его основных недостатков: отсутствие вертолета и сравнительно малая дальность действия гидроакустических средств, не обеспечивающих целеуказание противолодочным ракетам на полную дальность.



Рис. 7. Большой противолодочный корабль пр. 1155

Основным оружием ПВО стали два новейших ЗРК «Кинжал» на корме и носу корабля, артиллерийское вооружение включало две одноорудийные 100-мм артиллерийские установки АК-100 и четыре 30-мм артиллерийские установки АК-630М. Противолодочное вооружение было представлено комплексом ПЛУР «Метель» с двумя счетверенными неподвижными пусковыми установками, двумя четырехтрубными 533-мм торпедными аппаратами и двумя РБУ-6000. На кораблях этого проекта, возможно, впервые большое внимание было уделено обеспечению обитаемости личного состава в различных погодных условиях и климатических зонах.

Все вооружение корабля управлялось БИУС «Лесоруб», использующей информацию от внешних источников или автономно.

Головной корабль серии пр. 1155 «Удалой» был построен на Прибалтийском ССЗ «Янтарь» и сдан флоту в 1980 г. На заводе им. А.А. Жданова 4 ноября 1977 г. заложили первый «фрегат» – БПК «Вице-адмирал Кулаков», спустили на воду его 16 мая 1980 г. и 29 декабря 1981 г. сдали ВМФ. Параллельно на заводе развернули строительство двух кораблей

пр. 1155: «Маршал Василевский» и «Адмирал Трибуц». Они были сданы ВМФ в 1983 и 1985 г. соответственно. Строительство последнего, четвертого, корабля «Адмирал Левченко» завершилось осенью 1988 г.

После более чем 25-летнего перерыва, во второй половине 70-х гг., страна возобновила постройку ракетно-артиллерийских кораблей класса эскадренных миноносцев. Боевым назначением корабля являлось уничтожение надводных кораблей и десантно-высадочных средств противника, противоздушная оборона кораблей и транспортов на переходе в море, огневая поддержка десанта в районах высадки, патрулирование и несение боевой службы совместно с другими силами флота.

Проектирование велось в Северном ПКБ, эскизный пр. 956 «Сарыч» (рис. 8), был утвержден Адмиралом Флота Советского Союза С.Г. Горшковым 16 декабря 1972 г.



Рис. 8. Эскадренный миноносец пр. 956

Основным оружием корабля были две счетверенные пусковые установки ракет «Москит», две спаренные 130-мм артиллерийские установки, четыре двухствольные 30-мм зенитные автоматы АК-630, два ЗРК «Ураган», два двухтрубных 533-мм торпедных аппарата, две 6-ствольных РБУ-1000 и вертолет Ка-27.

Для строительства новых эсминцев на заводе были разработаны «Основные положения по технологии и организации постройки».

Закладка головного корабля пр. 956 – эсминца «Современный» – состоялась 3 марта 1976 г., спуск эсминца – 18 ноября 1978 г. при технической готовности около 70%. Государственные испытания эсминца проходил в районе Балтийска и Лиепая с 16 ноября по 25 декабря 1980 г. В связи с необходимостью испытаний артиллерийских установок АК-130 и пусковых установок ЗУР ЗС-90 и других видов оружия окончательные испытания «Современный» проходил до августа 1982 г. на Черном море, после чего вошел в состав ВМФ.

Водоизмещение корабля – 7940 т, длина корпуса – 156,5 м, ширина – 17,2 м, экипаж – 296 человек.

Корабль имел эшелонированную двухвальную котлотурбинную главную энергетическую установку общей мощностью 100 000 л.с., полная скорость составляла свыше 32 уз и дальность плавания – более 4000 миль.

Всего на заводе было заложено и сдано заказчику до 1991 г. 14 кораблей пр. 956. Последним эсминцем, сданным ВМФ СССР в декабре 1991 г. стал «Безудержный». Сооружение корпусов «Беспокойный», «Настойчивый», «Бесстрашный» началось в 1987–1988 гг. Эти три корабля спустились на воду в 1992 г. Недостроенными оставались также «Важный» и «Вдумчивый», заложенные в 1988 и 1989 гг.

Указом Президиума Верховного Совета СССР за большие заслуги в создании серийного строительства специальной техники от 16 июля 1986 г. Ленинградский судостроительный завод им. А.А. Жданова награжден орденом Ленина.

После 1991 г. из-за финансового кризиса в стране достройка боевых кораблей на заводе была приостановлена. Заложенный в апреле 1987 г и спущенный на воду лишь в феврале 1991 г. эсминец «Беспокойный», ставший первым новостроя-

щимся кораблем постсоветской России, на котором был поднят Андреевский флаг, завод передал ВМФ только в конце 1993 г. В марте был подписан приемный акт «Настойчивого», 16-го корабля серии пр. 956. Семнадцатый эсминец «Бесстрашный» завершил серии (передан ВМФ 17 апреля 1994 г.).

Наряду с военной программой на заводе постоянно вели работы по программе гражданского судостроения, которые в отдельных частях тесно смыкались.

В 1959–1960 гг. по проекту ЦКБ-53 (пр. 221 и 222) были переоборудованы два сухогрузных теплохода, построенных в Финляндии («Чапаев» и «Фрунзе»), в научно-исследовательские суда для проведения гидроакустических исследований. Они вступили в строй в конце 1960 г. под названиями «Сергей Вавилов» и «Петр Лебедев».

С 1957 по 1961 г. судостроители завода построили для ВМФ танкеры пр. 437Н грузоподъемностью 750 т, предназначенные для перевозки топлива между портами и выдачи его на корабли. Полное водоизмещение танкера – 1520 т. Эти суда строились также и для Министерства рыбной промышленности. Всего было построено 35 танкеров этой серии.

В начале 1967 г. к причалу завода им. А. А. Жданова пришвартовались два лесовоза пр. 596: «Невель» и «Моржовец». Судостроителям предстояло переоборудовать их в корабли поисково-измерительного комплекса «Селена-1» по пр. 1918 ЦКБ «Балтсудпроект» для обеспечения полета космических аппаратов, предназначенных для высадки человека на Луну, на участке возвращения к Земле, невидимом с территории СССР.

Для обеспечения работ с космическими объектами различного назначения было принято решение о создании в 1974–1976 гг. четырех плавучих измерительных пунктов пр. 1929 («Селена-2»). Для этой цели верфи были переданы еще четыре находившиеся в эксплуатации лесовоза (три из них – «Вытегралес», «Восток-6» и «Восход» – собственной постройки и один «Енисейлес» постройки Выборгского судостроительного завода). Три переоборудованных лесовоза получили имена членов погибшего при возвращении на землю экипажа космического аппарата «Союз-11»: «Космонавт Владислав Волков» (сдан Главному управлению космических исследований в 1976 г.), «Космонавт Виктор Пацаев» и «Космонавт Георгий Добровольский». Последний, четвертый, получил имя «Космонавт Павел Беляев», а принимал его лично председатель Приемной комиссии космонавт Г.С. Титов.

В 1967 г. завод выполнил ответственный заказ: по пр. 1877 в кратчайшие сроки был построен пассажирский теплоход на 45 мест, водоизмещением около 1100 т. Теплоход «Россия» (рис. 9) предназначался для правительственных нужд – плавания по внутренним водным путям с возможностью выхода в прибрежные районы Балтийского моря.



Рис. 9. Правительственный теплоход «Россия» пр. 1877

У руля верфи в эти годы стояли директора: Алексей Адамович **Горегляд** (1950–1954 гг.), Николай Амосович **Янкевич** (1954–1964 гг.), Леонид Петрович **Стефанов** (1964–1967 гг.), Владимир Дмитриевич **Колечицкий** (1967–1970 гг.), Борис Михайлович **Яковлев** (1970–1974 гг.), Владимир Александрович **Емельянов** (1974–1991 гг.), много сделавшие не только для строительства и сдачи кораблей, но и развития социальной сферы предприятия. ■

24 апреля 2012 г. состоялось юбилейное собрание Ассоциации судостроителей, которая существует уже 20 лет.

В кратком обзорном докладе о современном состоянии проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ в отечественном судостроении и мировых тенденциях в этой области рассказал научный руководитель ФНЦ «ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова», академик РАН В.М. Пашин. Он, в частности, высказал серьезную обеспокоенность в связи со снижением по сравнению с периодом 1980–1990 гг. почти на два порядка финансирования фундаментальных и



В.М. Пашин

поисковых исследований и разработок как основы создания высокоэффективной перспективной техники.

В.М. Пашин также акцентировал внимание на необходимость перехода в судостроении на перспективное планирование на период до 30 лет с уточнением по пятилеткам, как это практикуется в странах с развитым судостроением. «К сожалению, сегодня мы не можем заглянуть далее, чем на пять лет», заметил он.



В.К. Хануков

ЮБИЛЕЙНОЕ СОБРАНИЕ АССОЦИАЦИИ СУДОСТРОИТЕЛЕЙ

*Ассоциация судостроителей Санкт-Петербурга
и Ленинградской области,
контакт. тел. (812) 786 1172*

Формированию конкурентоспособного облика судостроения России был посвящен доклад, подготовленный работниками кафедры проектирования СПбГМТУ, с которым выступил В.К. Хануков. В нем было подчеркнуто, что судостроительные предприятия Северо-Запада страны могут строить сложные суда для освоения Арктического шельфа. Загрузка же предприятий этим продуктовым рядом позволит «вытянуть» и оздоровить промышленную составляющую региона, что будет соответствовать курсу на индустриализацию, обозначенному В.В. Путиным.

Ускорению этого процесса может способствовать создание государственного института развития Северо-Западного Федерального округа.

Главная цель его организации – формирование платформы для внедрения новейших разработок с целью модернизации отрасли и привлечения нефтегазовых заказчиков.

Такой институт может стать площадкой для диалога специалистов ключевых отраслей промышленности, международной арены, способ-

ленности, агропромышленного комплекса и экономической безопасности Комитета экономики С.Ю. Смирнов.



С.Ю. Смирнов

Поздравление с юбилеем Ассоциация получила и от губернатора Ленинградской области В.П. Сердюкова.

Кроме того, с поздравлениями выступили от Союза промышленников и предпринимателей города ее гене-



В зале заседаний

ствующей привлечению инвестиций, входу в рынки других стран, лоббированию национального судостроительного бренда.

Участников собрания от имени губернатора Санкт-Петербурга Г.С. Полтавченко поздравил начальник Управления развития промыш-

ральный директор В.Н. Иванов, от Ассоциации промышленных предприятий – президент В.А. Радченко, от Морского Совета города – его ответственный секретарь Т.И. Чекалова, от Транспортного Союза Северо-Запада России – его президент В.Я. Ходырев. ■

Автор представляет статью в электронном виде объемом до 20 000 знаков с распечаткой (1 экз.). Текст набирается в редакторе MS Word под Windows. Иллюстрации, помещенные в статью, должны быть представлены дополнительно в форматах: TIFF CMYK (полноцветные), TIFF GRAYSCALE (полутоновые), TIFF BITMAP (штриховые), EPS, JPEG, с разрешением 300 dpi для полутоновых, 600 dpi для штриховых и в размерах, желательных для размещения.

Статья должна содержать реферат объемом до 500 знаков, ключевые слова и библиографо-библиотечный индекс УДК. Автор указывает ученую степень, ученое звание, место работы, должность и контактный телефон, а также дает в письменной форме разрешение редакции журнала на размещение статьи в Интернете и Научной электронной библиотеке после публикации в журнале.

Статьи соискателей и аспирантов принимаются к публикации на бесплатной и безгонорарной основе. Рецензирование этих статей осуществляет редакционная коллегия с привлечением при необходимости профильных специалистов. В случае отказа в публикации автору высылается рецензия.

Содержание журнала ежеквартально представляется на рассмотрение редакционному совету. Решение о выпуске очередного номера оформляется протоколом.

РЕФЕРАТЫ

УДК 629.5(092)+629.5.081 **Ключевые слова:** СФ «Алмаз», «малые охотники», ПСКР, Пограничная служба

И.Я. Баскаков, С.Н. Галиченко. ОАО «Судоостроительная фирма «Алмаз» на службе Морпогранохраны ФСБ России // Морской вестник. 2012. №2. С. 19

Подробно показан путь обновления продукции на СФ «Алмаз», начиная со дня основания в 1933 г. Основное внимание уделено постройке «малых охотников», которые успешно показали себя в годы Великой Отечественной войны, и пограничных сторожевых кораблей, которые служат и служат на охране морских границ страны. Приведены технические характеристики ПСКР разных типов. Ил. 4.

УДК 629.5:Е30 **Ключевые слова:** суда внутреннего плавания, сухогрузное судно, уровень воды, мостовой пролет, надводный габарит, проект и класс судна.

Г.В. Егоров. Предпосылки создания судов «Волго-Дон макс» класса с пониженным надводным габаритом // Морской вестник. 2012. №2. С. 24
Обозначены основные «узкие места» на внутренних водных путях (ВВП) европейской части РФ. Выполнен анализ размеров пролетов существующих мостов, ограничивающих движение судов в районе Санкт-Петербурга и Ростова-на-Дону. Проанализированы уровни воды на р. Нева. Определен надводный габарит судна. Создан концепт судна «Волго-Дон макс» класса с пониженным надводным габаритом, который не только позволяет проходить под мостами без разводки, но еще и превосходит существующие отечественные речные суда по техникоэкономическим характеристикам. Табл. 6. Ил. 6. Библиогр. 6.

УДК 621.039.578 **Ключевые слова:** паропроизводящий агрегат «Бета», полунатурный стенд, эксперимент

Н.П. Шаманов, В.В. Кожемякин, Д.Н. Шаманов, В.Б. Соломянский, А.Г. Андреев, А.И. Коршунов. Экспериментальные исследования на полунатурном стенде судового ядерного моноблочного паропроизводящего агрегата «Бета-К» на Приморской учебно-научной базе СПБГМУ // Морской вестник. 2012. №2. С. 29

Для физического моделирования основных тепловых и гидродинамических процессов, протекающих в установках типа «Бета», на Приморской учебно-научной базе СПБГМУ был создан полунатурный стенд «Бета-К». На этом стенде был выполнен большой комплекс экспериментальных исследований, наиболее важными из которых являются исследования статических характеристик контура и запуска струйного аппарата (СА).

По результатам проведенных испытаний можно сделать следующие выводы: для предотвращения процесса запаривания СА и срыва циркуляции необходимо, чтобы уровень в компенсаторе объема был выше уровня среза парового сопла. В противном случае поступающий в СА пар может конденсироваться вне цилиндрической части камеры смешения (оптимальной зоны), вплоть до напорного трубопровода. Образующаяся при разрыве циркуляции паровая «пробка» в подающем или напорном трубопроводе теплоносителя может привести к прекращению поступления пара в камеру смешения СА, которое выражается в прекращении расхода через СА. Ил. 15. Библиогр. 2.

УДК 629.12.03 **Ключевые слова:** корабельный агрегат бесперебойного питания (АБП), аккумуляторная батарея

А.Ю. Губанов, Ю.А. Губанов. Аккумуляторная поддержка в корабельных системах бесперебойного электропитания // Морской вестник. 2012. №2. С. 33

Рассмотрена организация аккумуляторной поддержки в корабельных системах бесперебойного электропитания. Сделано заключение о необхо-

димости перевода встроенных в АБП аккумуляторов в разряд расходных материалов, что сулит значительные материальные выгоды благодаря снижению необоснованных расходов на замену аккумуляторных батарей с истекшими сроками хранения. Сделан вывод об актуальности использования в аппаратуре АБП литий-ионных АБ. Успех этих работ возможен только при их проведении совместно с разработчиком АБ. Ил. 2. Библиогр. 3.

УДК 621.3 **Ключевые слова:** единая электроэнергетическая система судна, главный распределительный щит, электродвижение, релейная защита и автоматика, частичные разряды, развивающийся дефект, метод неразрушающего контроля

М.П. Тихомиров, А.А. Неелов, С.С. Стародед. Особенности использования средств защиты для диагностики электрооборудования напряжением 6 (10) кВ в судовых единых электроэнергетических системах // Морской вестник. 2012. №2. С. 35

Для обсуждения предложена проблема повышения эксплуатационной безопасности судовых электроэнергетических систем напряжением 6 (10) кВ с применением приборов непрерывного и периодического контроля. Фактическое состояние изоляции сетей и подключенного к ним электрооборудования можно определять с помощью устройств релейной защиты и по измерениям частичных разрядов. Применение средств диагностики позволит перейти к ремонтам по фактическому состоянию электрооборудования и кабельных сетей. Табл. 1. Ил. 2.

УДК 65.011.46 **Ключевые слова:** судовое машиностроение, 3D-моделирование, метод групповой технологии, гибкие автоматизированные системы.

М.С. Смаковский. Современные технологические возможности повышения рентабельности производства судового машиностроения на примере механообработывающего участка ОАО «Армалит-1» // Морской вестник. 2012. №2. С. 39

Показано, каким образом с помощью современных технологий можно повысить рентабельность мелкосерийного производства судового машиностроения. Как современные групповые технологии производства, современное оборудование, изменение линии взаимодействия проектант-заказчик-исполнитель, а также повышение квалификации инженерных кадров может способствовать своевременному планированию, значительному снижению издержек на этапе разработки технологического маршрута изготовления и, в конечном итоге, сделать продукцию предприятия конкурентоспособной по цене и срокам производства. Ил. 1.

УДК 62-519 **Ключевые слова:** многолучевой эхолот, гидроакустическая станция, противоминные действия, противоторпедная защита, навигационная безопасность.

К.А. Смирнов, А.О. Попко. Использование многолучевых гидроакустических станций военно-морским флотом // Морской вестник. 2012. №2. С. 43

Рассмотрены перспективы применения многолучевых гидроакустических станций (МЛГАС) и многолучевых эхолотов (МЛЭ) в интересах ВМФ прежде всего для проведения гидрографической съемки; поиска и идентификации подводных объектов, обнаружения подводных диверсантов и средств доставки; инспектирования гидротехнических сооружений; обеспечения поисково-спасательных работ; поиска мин. Обозначены технические преимущества использования МЛГАС и МЛЭ и синергетический эффект от их внедрения на кораблях ВМФ. Ил. 6.

УДК 678.026.2-405.8:658.2.577.4 **Ключевые слова:** полистатические средства обнаружения, управление, интеллектуальные геоинформационные системы.

В.И. Ермолаев, А.В. Макшанов, В.А. Колесник. Использование возможностей интеллектуальных геоинформационных систем при управлении полистатическими средствами обнаружения // Морской вестник. 2012. №2. С. 49

Показаны возможности использования интеллектуальных геоинформационных систем при решении задач управления средствами, реализующими полистатические методы обнаружения объектов в подводной среде, с целью охраны объектов морской экономической деятельности. Их применение позволяет не только визуально отображать текущую обстановку, но и автоматически выработать рекомендации по управлению комплексом средств обнаружения объектов-нарушителей. Ил. 5. Библиогр. 12.

УДК 656.6:654.9 **Ключевые слова:** судовые системы пожарной сигнализации, беспроводная передача информации, технология радиочастотной идентификации, контроллер, метка, идентификатор, ридер, антенна.

Д.А. Сорокоходов, Д.В. Сулос, В.Н. Крулевецкий. Передача информации в судовых системах пожарной сигнализации // Морской вестник. 2012. №2. С. 53

Проанализирована возможность использования в судовых системах пожарной сигнализации различных способов беспроводной передачи информации. Показано, что для подобной передачи информации от датчиков и сигнализаторов к аппаратуре обработки и представления информации в судовых системах пожарной сигнализации целесообразно использовать технологию радиочастотной идентификации (РЧИ). Рассмотрена структура системы радиочастотной идентификации и регистрации объектов, приведены технические характеристики реальной РЧИ-системы. Представлена структурная схема типового узла беспроводной системы сбора информации. Табл. 1. Ил. 2. Библиогр. 3.

УДК 621.314 **Ключевые слова:** космосъемка, надводная лазерная съемка, гидрографические работы на ВВП, система координированного управления позиционированием.

М.И. Исмагилов, Н.В. Осадчук, Е.А. Ратнер, Е.В. Трофимов. «Транзас» в Федеральной целевой программе «Глобальная навигационная система» // Морской вестник. 2012. №2. С. 57

Обзор работ компании «Транзас», которые она выполняла прежде всего в рамках Федеральной целевой программы «Глобальная навигационная система». Представлены результаты работ по теме «Карта-Река». Охарактеризованы автоматизированный промерный комплекс, судовой обстановочный комплекс, система координированного управления позиционированием и др. Табл. 1. Ил. 3.

УДК 656.61 **Ключевые слова:** морская деятельность; навигационно-гидрографическое обеспечение; приборостроение, обслуживание и ремонт; морские средства навигации и океанографии; Мировой океан; состояние природной среды; единое информационное пространство; морские картографо-геодезические, океанографические и геофизические фонды.

С.П. Алексеев, С.Б. Курсин, О.А. Гуляев. О реорганизации предприятий навигационного приборостроения, подчиненных Минобороны России, и перспективах их развития // Морской вестник. 2012. №2. С. 63

На основе анализа современного состояния навигационно-гидрографического обеспечения морской деятельности и мероприятий по реорганизации подчиненных Минобороны предприятий навигационного приборостроения рассмотрены организационные подходы и целесообразные пути совершенствования их управления. Ил. 2. Библиогр. 6.

УДК 681.3.06:629.5.017 **Ключевые слова:** подводная лодка, борьба за надводную непотопляемость, информационная поддержка, система информационной поддержки командного состава ПЛ.

В.В. Антипов, В.Ю. Броврич, Г.В. Лушин, Л.А. Рыжова, С.Н. Соловьев, В.Б. Фирсов. Информационная поддержка командного состава подводной лодки при борьбе за надводную непотопляемость // Морской вестник. 2012. №2. С. 69

Предложена концепция перспективной системы информационной поддержки командного состава подводной лодки при борьбе за надводную непотопляемость (СИП БНН), ориентированной на «прямой расчет» параметров безопасности, определяющих состояние поврежденной ПЛ, и выработку рекомендаций по улучшению этого состояния при необходимости. Ил. 5. Библиогр. 2.

УДК 623.746.07519 **Ключевые слова:** посадка БПЛА, судно, качка

С.Н. Шаров, Б.Р. Андриевский. Определение положения посадочного устройства беспилотного летательного аппарата в условиях качки судна // Морской вестник. 2012. №2. С. 75

Рассмотрена судовая система управления посадкой беспилотного летательного аппарата (БПЛА) на кран-балку, при помощи которой захватное устройство выносится за контур судна. Показана возможность прогнозирования положения захватного приспособления в вертикальной и боковой плоскостях в условиях качки судна методом теории оценивания по показаниям одного акселерометра. Ил. 3. Библиогр. 15. Е

УДК 629.12 **Ключевые слова:** полимерные композиционные материалы, трехслойные конструкции, гофрированный элемент, технология

А.В. Блинов, В.А. Булкин, О.Г. Ефимова, Н.Н. Федюнок. Применение в судостроении трехслойных конструкций с гофрированным средним слоем из полимерных композиционных материалов // Морской вестник. 2012. №2. С. 79

Проанализированы преимущества и недостатки полимерных композиционных материалов (ПКМ) по сравнению с традиционными материалами для надводного судостроения (сталью и алюминиевыми сплавами) и пути повышения жесткости корпусных конструкций из ПКМ, а также преимущества, которые может дать в трехслойных конструкциях армирование заполнителя гофрированным элементом (ГЭ). Проанализированы способы изготовления судовых переборок трехслойной конструкции с ГЭ и приведено сравнение их прочностных характеристик при изготовлении их методом контактного формования и RTM-методом. Ил.11. Библиогр. 6.

УДК **Ключевые слова:** корпусообработывающий цех, листовой металлопрокат, маркировка, автоматизация, ОАО «Адмиралтейские верфи»

А.А. Веселов, И.Е. Стыжов. Автоматизация маркировки листового металлопроката и организация электронного документооборота в корпусообработывающем цехе судостроительного предприятия // Морской вестник. 2012. №2. С. 83

Описана технология автоматизации маркировки листового металлопроката и организации электронного документооборота в корпусообработывающем цехе судостроительного предприятия. Ил. 6.

УДК 629.12.001.11 **Ключевые слова:** балка, волновой метод, динамический расчет

А. В. Напитухин. О применении волнового метода к динамическому расчету балок // Морской вестник. 2012. №2. С. 87

Предложен динамический волновой метод определения напряженного состояния балок. В процессе движения балки её напряженное состояние является суммой напряженных состояний невесомой балки под действием внешних динамических сил и весовой балки под действием сил инерции. Из элементарных источников волновых возмущений распространяются волны напряжений с цилиндрической симметрией со скоростью волны расширения. Выполнен расчет напряженных состояний невесомых балок под действием мгновенно приложенной силы и непрерывной периодической силы. Ил. 30. Библиогр. 8.

УДК 629.561.5 **Ключевые слова:** ледовая прочность, корпус, деформация, исследование

К.Е. Сазонов. Начальный этап становления ледовой прочности судов // Морской вестник. 2012. №2. С. 91

Выполнен анализ становления ледовой прочности судов как самостоятельного направления

строительной механики корабля. Показано, что этому способствовали экспериментальные и теоретические исследования, они и создали предпосылки для формирования технической науки – прочности ледокольного корабля. Особо сказано о вкладе в ее развитие плеяды российских ученых: С.О.Макарова, А.Н.Крылова, П.Ф.Папковича, В.И.Арнольд-Алябьева, Д.Е.Хейсина, И.Ф.Факирова, Ф.В.Яновского и др. Ил. 4. Библиогр. 28.

УДК 629.124.791 **Ключевые слова:** ледокол, ледовое сопротивление, форштевень, вычислительный эксперимент

Е.М. Грамузов, Б.П. Ионос, Н.Е. Тихонова. Влияние формы носовой оконечности на ледовое сопротивление ледокола // Морской вестник. 2012. №2. С. 95

Исследовано влияние формы носовой оконечности ледокола на его ледовое сопротивление. Показано, что ледовое сопротивление зависит от углов наклона форштевня и притыкания конструктивной ватерлинии. В результате вычислительного эксперимента получены качественные и количественные зависимости ледового сопротивления от указанных факторов. Табл. 1. Ил. 5. Библиогр. 6.

УДК 532.517 **Ключевые слова:** число Струхала, вихревой след, переменные силы, Волгоградский мост.

А. С. Гузев, А. И. Короткин, С. Ю. Соловьев. Об одном из методов определения числа Струхала при обтекании контуров с фиксированными точками отрыва потока // Морской вестник. 2012. №2. С. 97

Описаны основные экспериментальные методы нахождения чисел Струхала при обтекании тел. Подробно рассмотрен экспериментальный метод определения числа Струхала, связанный с анализом периодических вихрей дорожки Кармана в следе за обтекаемым телом. Картина вихрей получена с помощью визуализации в гидродинамической трубе. Показано, что числа Струхала, рассчитанные таким образом, позволяют удовлетворительно прогнозировать частоты переменных аэродинамических явлений, наблюдаемых в натуральных условиях. Ил. 10. Библиогр. 9.

УДК 629.12001.2 **Ключевые слова:** сложный объект, проектирование, функционирование, оценка

П.А.Шауб. Методы функционального проектирования в анализе и синтезе сложных систем // Морской вестник. 2012. №2. С. 100

Показаны место и роль функционального проектирования в общей системе проектирования сложных объектов. Проанализирован один из возможных методов оценки функционирования сложных систем с использованием аппарата бесконечнозначной логики на основе свойств логических определителей. Это дает возможность представить в виде простого описания функционирование сложной системы, используя связи характеристик подсистем с характеристиками системы в целом и оптимизации их методами дизъюнкции и конъюнкции. Табл. 3. Ил. 4. Библиогр. 9.

УДК 65.012:656.615 **Ключевые слова:** компания, конкуренция, классификация методов конкуренции, мировой рынок, тенденции

Н.М. Вихров, А.А. Шнуренко. Стратегические преимущества конкурентных стратегий в отраслях // Морской вестник. 2012. №2. С. 106

Проанализированы актуальные проблемы конкурентоспособности компаний на отраслевых рынках в современных условиях. Подробно рассмотрены возможные методы конкуренции и модели конкурентного поведения компаний, меняющиеся под воздействием институциональных и законодательных трансформаций, происходящих в развивающейся российской и мировой экономике. Предложена классификация конкурентных стратегий компаний на отраслевых рынках страны и в условиях растущей международной конкуренции. Библиогр. 3.

УДК 519.876.3 **Ключевые слова:** информационная модель, многокритериальный выбор, оценка эффективности, принятие решений, программноцелевое планирование, сетевой график, морская техника, целевая программа, генетические алгоритмы, оптимизация

В.В. Ханьчев, П.К. Третьяков. Применение генетических алгоритмов для оптимизации целевых программ создания морской техники // Морской вестник. 2012. №2. С. 111

Целевая программа представляет собой сложную структуру, содержащую в себе комплекс мероприятий и показателей. Ввиду сложности целевых программ создания морской техники возникает ряд трудностей при их планировании и мониторинге. В данной работе показаны пути разрешения трудностей, возникающих при планировании целевых программ, а именно составления сетевых графиков мероприятий согласно заданным критериям финансирования и очередности их реализации. Ил.5. Библиогр. 5.

УДК 622.276.04 **Ключевые слова:** морской объект, персонал платформ, морские средства доставки, анализ факторов риска

Н.А. Вальдман. Анализ риска при создании морских транспортно-технологических систем доставки персонала на морские объекты на шельфе // Морской вестник. 2012. №2. С. 114

В связи с планами нефтегазовых компаний по освоению арктических месторождений на шельфе России в Баренцевом и Карском морях, в Обско-Тазовской губе актуальным становится обеспечение безопасности комплексных систем доставки персонала на шельфовое месторождение и возможные технические, технологические и экономические риски его транспортировки. Особое внимание уделено индивидуальным рискам гибели персонала.

Выполненный анализ и предложенная методология оценки рисков позволяют учесть многочисленные факторы их возникновения при проектировании и эксплуатации этих транспортных систем. Табл. 3. Ил. 3. Библиогр. 5.

УДК 338.2 **Ключевые слова:** судостроение, риск-менеджмент, стандарты

М.Ю. Алевин, А.М. Брехов, С.К. Швец. Стандартизация систем риск-менеджмента в судостроении // Морской вестник. 2012. №2. С. 116

Обозначены основные принципы введения международных стандартов систем риск-менеджмента в судостроительных компаниях. Выполнен сравнительный анализ основных стандартов по управлению рисками (COSOERM, FERMA, ISO 31000:2009). Предложены принципы выбора стандарта на основе анализа уровня корпоративного управления рисками. Табл. 1. Библиогр. 4.

УДК 331.105.24 **Ключевые слова:** учебный элемент, учебный модуль, MES-программа, потребности обучения, профессиональные компетенции, структура и содержание обучения, виды контроля, оценка результатов обучения

Б.С.Лисовик, А.М.Брехов. Корпоративная подготовка рабочих кадров: модульный подход // Морской вестник. 2012. №2. С. 118

О преимуществах модульного обучения рабочих в качестве эффективного средства решения острой проблемы преодоления кадрового дефицита отраслей отечественной экономики. Применительно к деятельности корпоративных учебных центров определены цели модульной организации обучения. Показаны разработка модульной программы подготовки, постановка задач обучения, организация профессиональной подготовки и ее проведения, оценка достигнутых результатов, ресурсное обеспечение модульных программ.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** теория корабля, кафедра СПбГМТУ, история

Р.В. Борисов. История кафедры теории корабля СПбГМТУ: К 110-летию со дня образования // Морской вестник. 2012. №2. С. 120

В 1902 г. уже через три года после учреждения в 1899 г. по указу императора Николая II Санкт-Петербургского Политехнического института по предложению А.Н.Крылова было открыто кораблестроительное отделение и с 3 октября 1902 г. на нем стали читать курс теории корабля. Эта дата и считается датой образования кафедры теории корабля. В статье дается описание вклада российских ученых в создание и развитие теории корабля, начиная с А.Н.Крылова и до наших дней. Ил. 13.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** Северная верфь, эсминец, сторожевой корабль, теплоход

ОАО «СЗ «Северная верфь»: На пути к столетнему юбилею // Морской вестник. 2012. №2. С. 123

Статья продолжает цикл публикаций, посвященных юбилею завода – его столетию. Знакомит с послевоенным периодом в жизни завода им. А.А. Жданова, начиная с 1946 г. по 90-е гг. XX в. Особое внимание уделено реконструкции завода для выполнения новых масштабных задач по созданию прежде всего мощного ВМФ. Ил. 9.

I.Y. Baskakov, S.N. Galichenko. OJSC «Shipbuilding Company «Almaz» in the service of the Marine Border Guards of the FSB of Russia

Detail description of the SF «Almaz» products renovation path since its establishment in 1933. The focus is on building a «small hunters» who have successfully proved themselves during the Great Patriotic War, and border patrol ships that served and serve on protection of marine borders of the country. The technical characteristics of different types of PSKR are given.

G.V. Egorov. Background of building «Volga-Don max» class ships with a low air draft

The main «bottlenecks» on the inland waterways (IWW) of the European part of Russia are identified. The spans of the existing bridges restricting the movement of ships in the vicinity of St. Petersburg and Rostov-on-Don are reviewed. Analyzed are water levels on the Neva River. Defined is an air draft of ship. Created is the concept of «Volga-Don max» class ship with a low air draft, which not only allows for passing under bridges without raising but is also superior to the existing national river boats on technical and economic characteristics.

N.P. Shamanov, V.V. Kozhemyakin, D.N. Shamanov, V.B. Solomyanskiy, A.G. Andreev, A.I. Korshunov. Experimental studies on seminatural stand of marine nuclear monoblock steam-generating unit «Beta-K» at the Primorskaya training and research base of the SPbSMTU

For the physical modeling of the main thermal and hydrodynamic processes in such plants as «Beta» a seminatural stand, «Beta-K» was built at the Primorskaya training and research base of the SPbSMTU. A large set of experimental studies, the most important of which is the study of static characteristics of the circuit and start of the jet apparatus (JA) was performed at this stand.

The results of the tests allows for following conclusions: to prevent the process of JA steaming and disruption of circulation it is required that the level in the compensator was above the cutoff level of the steam nozzle. Otherwise, the vapor entering JA can condense out of the cylindrical part of the mixing chamber (optimal zone) up to the discharge pipe. The resulting due to break of the circulation steam «plug» in feeding or heading coolant pipeline can lead to cessation of steam flowing into the mixing chamber of the JA which is reflected in the cessation flow through the CA.

A.Y. Gubanov, Y.A. Gubanov. The battery back-up for shipboard uninterruptible power supply systems

Considered is the arrangement of battery back-up in the ship's uninterruptible power supply systems. There is a conclusion about the need to transfer the built-in back-up batteries to the category of supplies which promises significant financial benefits by reducing the unnecessary cost of replacing the batteries (B) with expired shelf life. There is a conclusion on the relevance of use of lithium-ion batteries in back-up power supply. The success of this work is possible only when performed together with the developer of the battery.

M.P. Tikhomirov, A.A. Neelov, S.S. Staroded. Features of use of protective equipment for the diagnosis of electrical equipment with voltage of 6 (10) kV in ship power grids

It is proposed to discuss the problem of increasing the operational safety of ship power systems with voltage of 6 (10) kV by use of continuous and periodic monitoring instruments. The actual state of grid isolation and electrical equipment connected thereto can be determined by using relay protection and by measurement of partial discharges. The use of diagnostic tools will allow for starting repairs based on actual condition of electrical equipment and cable networks.

M.S. Smakovsky. Modern technological opportunities to increase profitability of marine engineering on example of machining shop of the OJSC «Armalit-1»

It is shown how modern technologies can improve the profitability of small-scale production of marine engineering. The topic covers how a group of modern technology, modern equipment, changes in line of designer-customer-contractor interaction, as well as training engineering personnel can facilitate the timely planning, a significant reduction in costs during the process flow development and, finally, make the company's products competitive by prices and terms of production.

K.A. Smirnov, A.O. Popko. The use of multibeam sonar by the Navy

The prospects for the use of multibeam sonar (MLGAS) and multibeam echo sounders (MBE) for the Navy, primarily for hydrographic surveys; search and identification of underwater objects, detection of underwater raiders and means of delivery; inspection of hydraulic structures; search and rescue operations support; mines search, are discussed. Marked are technical advantages of using MLGAS and MBE, and synergistic effect of their installation on the Navy ships.

VI. Ermolaev, A.V. Makshanov, V.A. Kolesnik. Utilizing the possibilities of smart geographic information systems for operation of poly-static means of detection

Shown are the possibilities of the use of smart geographic information systems in solving the tasks of management of tools implementing poly-static methods of detection of objects in the underwater environment for protection of marine business activities. Their use allows for not only visually displaying the current

environment, but also for automatic generating recommendations on control of complexes of offenders detection.

D.A. Skorohodov, D.V. Suslov, V.N. Kruglevsky. The transmission of information in the ship's fire alarm systems

The possibility of using in ship's fire alarm systems of various methods of wireless communication is reviewed. It is shown that for such transfer of information from sensors and alarms to the equipment of processing and reporting in shipboard fire detection systems it is appropriate to use the radio frequency identification (RFID) technology. The structure of radio frequency identification and registration of objects is reviewed; the specifications of real RFID systems are given. The block diagram of a typical wireless system for collection of information is shown.

M.I. Ismagilov, N.V. Osadchuk, E.A. Ratner, E.V. Trofimov. «Transas» in the federal target program «Global Navigation System»

Review of «Transas» company operations, primarily, performed within the Federal target program «Global Navigation System». The results of the work entitled «Map - River» are given. Characterized is an automated surveying complex, marine, situational complex, system of coordinated position control, etc.

S.P. Alekseev, S.B. Kursin, O.A. Gulyaev. On reorganization of enterprises of navigational instrument building subordinate to the Russian Defense Ministry, and on prospects of their development

On the basis of the current state of navigational and hydrographic support of maritime activities and events for reorganization of navigational instruments building enterprises subordinate to the Ministry of Defense addressed are organizational approaches and appropriate ways to improve their management.

V.V. Antipov, V.Y. Bobrovich, G.V. Lushin, L.A. Ryzhova, S.N. Soloviev, V.B. Firsov. Information support of the submarine commanders when fighting for the above water unsinkability

The concept of an advanced information support to the submarine commanders in the struggle for the above water unsinkability (SIP BNN) focused on «direct calculation» of security settings that define the state of the damaged submarine, and making recommendations to improve such state, if necessary, is offered.

S.N. Sharov, B.R. Andrievsky. Determining the position of landing gear of unmanned aerial vehicle in condition of rolling ship

Considered is the ship's control system of landing unmanned aerial vehicle (UAV) to the single-arm davit under which the gripping device is taken out of the ship's contour. The possibility of forecasting the gripping device position in vertical and lateral planes in condition of rolling ship rolling by estimation theory based on readings of a single accelerometer is shown.

A.V. Blinov, V.A. Bulkin, O.G. Efimova, N.N. Fedonyuk. The use of sandwich structures in shipbuilding with a corrugated middle layer of polymer composites

The advantages and disadvantages of polymeric composite materials (PCM) as compared to traditional materials for surface shipbuilding industry (steel and aluminum alloys) and ways to increase the stiffness of the hull structures of PCM as well as the benefits of a three-layer structures with corrugated reinforcing filler element (CE) are reviewed. The different methods of manufacturing three-layer design vessel overlaps with CE are reviewed and, a comparison of the strength characteristics of manufacturing method thereof using contact forming and RTM-method is given.

AA. Veselov, I.E. Styzhov. Automated labeling sheet metal and organization of electronic paperwork in hull shop of the shipyard

The technology of automated sheet metal marking and organization of electronic paperwork in a shipyard hull shop is described.

A.V. Napituhin. On application of wave method for dynamic analysis of beams

Proposed is a dynamic wave method for determining the stressed state of beams. In the process of beam moving its stress state is the sum of stress states of weightless beam under the action of external dynamic forces and a heavy beam under the forces of inertia. From the elementary sources of wave disturbances stress waves are propagated in a cylindrical symmetry with the expansion wave velocity. The calculation of stress states of weightless beams under the influence of an immediately applied force and continuing periodic force is given.

K.E. Sazonov. The initial stage of formation of the vessels ice strength

Analyzed is the formation of ice strength vessels as an independent direction of the ship structural mechanics. It is shown that this was promoted by experimental and theoretical studies that created preconditions for formation of technical sciences – strength of icebreaking ship. It is particularly mentioned the contribution to its development of constellation of Russian scientists: S.O. Makarov, A.N. Krylov, P.F. Papkovich, V.I. Arnold-Alyabiev, D.E. Heysin, I.G. Fakirov, F.V. Yanovskiy, etc.

E.M. Gramuzov, B.P. Ionov, N.E. Tikhonov. Effect of the bow on ice resistance of the icebreaker

The effect of icebreaker's bow shape on its ice resistance is studied. It is shown that the ice resistance depends on the angles of stem and joint of designed waterline. As a result of numerical experiments obtained are qualitative and quantitative dependences of ice resistance on these factors.

A.S. Guzeev, A.I. Korotkin, S.Y. Soloviev. On one of the methods for the determination of the Strouhal number for flow loops with fixed points of flow separation

Described are the basic experimental methods for finding the Strouhal numbers for body flows. Considered in detail is the experimental method of determining the Strouhal number associated with the analysis of periodic Karman vortices in the wake of a streamlined body. The picture of the vortices is obtained by using visualization in the water tunnel. It is shown that the Strouhal numbers calculated in this way allow for satisfactory predicting the frequency of variable aerodynamic phenomena observed in natural conditions.

P.A. Shaub. Methods of functional design in the analysis and synthesis of complex systems

Shown are the place and role of functional design in the overall system of complex objects engineering. Analyzed is one possible method of evaluating the performance of complex systems using machine infinite-valued logic based on the logical properties of determinants. This gives the opportunity to present as simple a description of complex system operation using links of characteristics of subsystems with characteristics of the entire system and optimization thereof by methods of disjunction and conjunction.

N.M. Vikhrov, A.A. Shurenko. The strategic benefits of competitive strategies in the sectors

Analyzed are current problems of competitiveness of companies in the industry markets today. Considered in detail are possible methods of competition and models of competitive behavior of companies changing under the influence of institutional and legal transformations taking place in developing Russian and world economy.

Proposed is classification of competitive strategies for companies in industrial markets of the country and in context of increasing international competition

V.V. Hanychev, P.K. Tretyakov. Application of genetic algorithms for optimization of targeted programs on building marine equipment

The target program is a complex structure containing a set of measures and indicators. Due to the complexity of target programs on building marine equipment a number of difficulties in their planning and monitoring occurs. In this paper we show how to resolve the difficulties encountered in planning target programs, namely, making schedules of activities under the given criteria of funding and priorities for their implementation.

N.A. Waldman. Risk analysis when building marine transportation and delivery systems for delivery of personnel to offshore facilities on the continental shelf

In connection with the plans of oil companies to develop the Arctic fields on the continental shelf of Russia in the Barents and Kara Seas, in Ob-Taz Bay it becomes relevant the security of integrated systems of crewchange for marine facilities. Considered are offshore component of an integrated transport and technology system for deliver staff at offshore field and the possible technical, technological and economic risks of such transportation. Particular attention is paid to the individual risk of loss of personnel.

The analysis and the proposed risk assessment methodology can take into account numerous factors of their occurrence when designing and operating such transportation systems.

M.Y. Alekhin, A.M. Brekhov, S.K. Shvets. Standardization of risk management systems in shipbuilding

Outlined are key principles of introduction of international standards for systems of risk management in shipbuilding companies. A comparative analysis of the basic standards of risk management (COSOERM, FERMA, ISO 31000:2009) is made. The principles of selecting a standard based on an analysis of corporate risk management are proposed.

B.S. Lisovik, A.M. Brekhov. Corporate Training skilled workers: a modular approach

On the advantages of modular training of workers as an effective means of addressing the most acute problems of overcoming the shortage of human resources in sectors of domestic economy. With regard to activities of corporate training centers identified are goals of modular training. Shown are the development of modular training programs, setting learning objectives, the organization of training and its implementation, evaluation of progress, resource support modular programming.

R.V. Borisov. History of the Shipbuilding Department of SPbSMTU: the 110th anniversary of the formation

In 1902, just three years after the founding in 1899 by decree of Emperor Nicholas II of Saint-Petersburg Polytechnic Institute at the suggestion of A.N. Krylov a shipbuilding department was opened and since October 3, 1902 it began a course of ship theory. This date is the date of formation of the Department of the shipbuilding theory. This article describes the contribution of Russian scientists in creation and development of shipbuilding theory beginning with A.N. Krylov and till present days.

OJSC «SB «Northern Shipyard»: On the way to the centennial

The article continues the series of publications devoted to the anniversary of the plant - its centenary. It introduces the post-war period in the life of the plant named after A.A. Zhdanov, starting with 1946 till the 90-ies of the XX century. Particular attention is paid to the reconstruction of the plant to meet the new challenges of large-scale tasks primarily on building a powerful NAVY.