

# Морской

# Вестник



№3(47)

сентябрь

2013

ISSN 1812-3694

*Morskoy Vestnik*



КОМЕРС • МОРСКОЕ СИСТЕМА • АГАТ •  
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА  
**МЕРИДИАН**

# 130

ЛЕТ

год основания 1883



НПФ «Меридиан» - одна из ведущих фирм морского приборостроения

**В** 2013 г. судостроительная фирма «Алмаз» отмечает свой 80-летний юбилей. Созданная в 1933 г. как верфь Морпогранохраны ОГПУ-НКВД СФ «Алмаз» быстро выросла до предприятия, обслуживающего потребности в катерах не только пограничников, но и ВМФ. Одних «малых охотников» типа МО-4 к началу Великой Отечественной войны было построено почти 200 ед. Деятельность предприятия за время его существования можно разделить на ряд последовательных этапов, тесно связанных с развитием отечественного военного катеростроения. На каждом из этих этапов СФ «Алмаз» занимала лидирующие позиции в военном катеростроении страны и определяла направления технического прогресса в этом сегменте военного судостроения.

### СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ФИРМЫ В ГОДЫ, ПРЕДШЕСТВУЮЩИЕ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ

20 февраля 1930 г. Морской пограничной охране по постановлению Президиума ВСНХ РСФСР №425 была передана национализированная катерная мастерская А.Л.Золотова (до революции 1917 г. – Петроградская верфь моторных судов). Предприятие получило наименование «Судостроительная мастерская Морпогранохраны ОГПУ» и было ориентировано на постройку сторожевых катеров исключительно для Морской пограничной охраны. В момент передачи мастерской в ведение морских пограничников она находилась в плачевном состоянии – бывший владелец никак не мог оправиться от последствий разрушительного наводнения 1924г. и при штате всего три человека едва сводил концы с концами. Вновь назначенный начальник мастерской Д.Л.Блинов, имевший контакты с А.Л.Золотовым еще в 1920 г. в Нижнем Новгороде при ремонте катеров Волжской военной флотилии и оставивший его в мастерской в качестве конструктора-строителя, довольно быстро довел штат рабочих до 24 человек и начал расширять производство. Мастерская наладила выпуск сторожевых катеров типа СК, заказанных ГУК А.Л.Золотову еще в 1916 г. и хорошо зарекомендовавших



Малый катер ЗК

## СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ФИРМЕ «АЛМАЗ» 80 ЛЕТ

*Л. Г. Грабовец, генеральный директор ОАО «СФ «Алмаз»,  
контакт. тел. (812) 235 48 20, 235 51 48*

себя уже в Гражданскую войну в составе Волжской военной флотилии. Этим катерам присвоили индекс ЗК («Золотый катер»). Было также налажено производство малых катеров (индекс КМ). Несмотря на все предпринимаемые Д.Л.Блиновым попытки расширения производства, из-за ограниченности территории удалось добиться выпуска в год не более 4–5 катеров ЗК водоизмещением 18т и 10 катеров КМ водоизмещением 7,5т. Такие объемы производства никак не могли удовлетворить Морпогранохрану, так как общая потребность пограничников в катерах согласно Программе 1928г. составляла не менее 270 ед. Для реализации такой программы требовалось современное специализированное промышленное производство. Осуществить коренную реконструкцию бывшей мастерской А.Л.Золотова, учитывая ограниченные площади последней и отсутствие свободных близлежащих территорий, не представлялось возможным.

В связи с этим Д.Л.Блинов обратился к руководству ОГПУ-НКВД с докладной, в которой говорил о необходимости строительства современной верфи по производству сторожевых катеров. Он обосновал целесообразность постройки новой верфи в Ленинграде, обладавшего развитым научным и производственным потенциалом судостроительного профиля. Предложение Д.Л.Блинова руководством ОГПУ было принято, и Постоянное представительство (ПП) ОГПУ в Ленинградском военном округе (ЛВО) обратилось в Леноблисполком с просьбой о выделении участка земли. Леноблисполком 23 февраля 1931г. своим Постановлением № 021-38 принял решение о выделении ОГПУ для строительства верфи земли на Петровском острове.

Это был пустопорожный участок, если не считать строений бывшей Петровской брандвахты, принадлежавших на тот момент Северо-Западному речному пароходству. Первоначально ОГПУ предполагало строить новую верфь совместно с ВМФ, поскольку любой пограничный корабль – это корабль двойного назначения и по условиям военного времени передается ВМФ. Поэтому при разработке проекта пограничного катера, размеры которого определили бы производственные мощности верфи, пограничники изначально проек-

тировали его по ТТЗ, согласованному с ВМФ. Этот катер получил условное название «единый». Но даже это не помогло – ВМФ отказался от долевого участия в строительстве верфи. Поэтому ОГПУ, не имеющее прямого отношения к судостроению, вынуждено было взять на себя ее строительство. Единственная помощь со стороны правительства страны состояла в том, что заместитель ВСНХ СССР И.С.Уншлихт выделил фонды на материалы для строительства. Разработку общего проекта верфи вело входившее в систему ОГПУ ОКТЬ-2, а строительные чертежи верфи готовило ОКТЬ-12. Строительству верфи заместитель председателя ОГПУ Г.Г.Ягода 21 ноября 1931 г. поручил 4-му Госстройтресту Управления строительства ОГПУ в ЛВО. Согласно терминологии тех лет верфь создавалась как «монтажно-сборочное предприятие с самостоятельной постройкой крупных быстроходных деревянных сторожевых катеров при широкой системе кооперации».

Как уже было упомянуто, мощности верфи выбирали, исходя из размеров «единого» катера, водоизмещение которого оценивалось в 80–100 т при условии выпуска в год не менее 12 ед. В программу были включены также 30-тонные, так называемые габаритные катера (ГК) и малые катера для рейдовой и речной погранохраны типа КМ.

Первая очередь начато в конце 1931 г. строительства верфи была завершена весной 1933 г. Учитывая незавершенность к этому моменту проекта «единого» катера все стапельные места сборочного цеха были отданы под 30-тонные катера типа ГК. По случаю закладки первых катеров ГК на верфь 1 мая 1933 г. прибыл первый секретарь Ленинградского обкома ВКПб С.М.Киров. Состоялось официальное открытие первой очереди верфи. С открытием верфи Морпогранохраны ОГПУ (первый начальник – Д.Л.Блинов) в отечественном катеростроении был достигнут переход от кустарного к промышленному производству боевых катеров с корпусами из дерева. С этого момента верфь на Петровском острове стала называться главной верфью, а бывшая верфь А.Л.Золотова – ее отделением.

После постройки серии катеров ЗК отделение верфи полностью перешло на строительство малых катеров типа КМ

*Продолжение на с. 6*

# Морской Вестник



№ 3 (47)  
сентябрь  
2013

Morskoy Vestnik

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

## СОДЕРЖАНИЕ

### СУДОСТРОЕНИЕ

<b>Л.Г. Грабовец.</b> Судостроительной фирме «Алмаз» 80 лет .....	1
К 65-летию Л.Г. Грабовца .....	14
<b>Ю.Н. Таратонов.</b> Инновационный подход к судостроительному предприятию.....	15
<b>Г.Н. Муру.</b> О терминологии в среде технического обслуживания и ремонта вооружения и военной техники ВМФ.....	20
<b>С.А. Милавин.</b> Почему «Владивосток», «Мурманск» и «Новороссийск» не «Москва» и «Санкт-Петербург»? .....	25
<b>В.С. Казённов.</b> Универсальные десантные корабли: обзор и перспективы развития .....	27
<b>Е.А. Горин, К.С. Чернов.</b> Морские технологии на NorShipping–2013: достижения и проблемы.....	33
К 80-летию профессора С.И. Логачева .....	37
<b>Г.В. Егоров, А.Г. Егоров.</b> Анализ риска и надежности нефтеналивных судов типа «Волгонепфть» проектов 558/550 и 1577/550A.....	39

### ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

<b>Е.Б. Васильев, Д.А. Губницын.</b> Современные энергосистемы объектов морской инфраструктуры .....	47
<b>В. М. Приходько, М.Л. Ивлев, И. В. Приходько.</b> Эффективность методики прогнозирования электропотребления судоремонтным предприятием .....	51
<b>П.В. Наливкин, С.К. Шин.</b> Сепарация масла Б-3В объемными фильтрующими элементами.....	59
<b>С.С. Стародед, М.П. Тихомиров, А.А. Неёлов.</b> Развитие методов контроля состояния изоляции в морских электроэнергетических системах.....	63

### РАДИОЭЛЕКТРОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

<b>А.А. Копанев, В.А. Мозучий.</b> 130 лет на службе флоту России. К юбилею ОАО «Научно-производственная фирма «Меридиан» .....	65
<b>Л.М. Клячко, Н.Н. Тарасов, Г.Э. Острецов.</b> О построении отказоустойчивых информационных систем .....	69
<b>И.В. Телюк.</b> К вопросу создания бортовой системы информационной поддержки судоводителя катамарана смешанного плавания.....	72
<b>В.М. Амбросовский, Ю.В. Баглюк, А.С. Корнев.</b> Авторулевой в интегрированных мостиковых системах.....	77
К 80-летию профессора Ю.Ф. Тарасюка.....	81

#### Редационный совет

##### Председатель

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

##### Сопредседатели:

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

**К.П. Борсенко,** ректор ФГБОУ ВПО СПбГМТУ

##### Члены совета:

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

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

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

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

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

**А.Ф. Зеньков,** генеральный директор ОАО «ГНИНГИ»

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

**В.Н. Илюхин,** председатель НО «АРПСТТ»

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

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

**Е.В. Комраков,** генеральный директор  
ЗАО «ОСК. Транзас»

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

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

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

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

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

**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. Сулов,** директор ЗАО «ЦНИИ СМ»

**И.С. Суховинский,** директор ООО «ВИНЕТА»

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

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

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

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

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

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

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

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

**И.В. Щербаков,** генеральный директор  
ООО «ПКБ «Петробалт»»



## БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ

- П.Г. Бродский, В.П. Леньков, В.Н. Илюхин.**  
*Разработка комплексной поисково-спасательной системы – актуальная задача для развития аварийно-спасательного обеспечения морских объектов в современных условиях*..... 83
- А.Б. Сувалов, Е.В. Тарануха.**  
*Обоснование методики отбора и структуризации работ в области технических средств поиска и спасения во льдах* ..... 87
- Кукуи Фирмин Дживо, Д. В. Сулов.** *К вопросу перевода судна из субстандартного в безопасное состояние*..... 93

## МОРСКАЯ ТЕХНИКА: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

- А.С. Бузаков, Г.А. Емельченков, Б.Л. Резник.**  
*Опыт ОАО «Адмиралтейские верфи» по применению современных технологий информационной поддержки жизненного цикла продукции судостроения* ..... 99
- А.Г. Назаров.** *Надводный борт малых судов: особенности оценки и нормирования*..... 102
- С.Н. Шаров, С.Г. Толмачев, В.В. Соловьева.**  
*Оценка колебаний посадочного устройства беспилотного летательного аппарата в условиях качки судна*..... 107
- К 70-летию профессора Ш.Г. Алиева* ..... 111

## В МОРСКОМ СОБРАНИИ

- 40-я Ассамблея Санкт-Петербургского Морского Собрания, посвященная 150-летию со дня рождения академика А.Н. Крылова*..... 115

## ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА

- Памяти товарища* ..... 117
- К 80-летию профессора Ю.А. Пряхина* ..... 119
- В.Л. Александров.** *Гений академика А. Н. Крылова: научно-инженерное наследие и вклад в историю страны. К 150-летию со дня рождения* ..... 120
- В.Е. Юхнин.** *Тяжелый атомный ракетный крейсер пр. 1144 («Орлан»)*..... 127

## ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

- Двенадцатая международная выставка и конференция НЕВА-2013, 24–27 сентября 2013, Санкт-Петербург (4-я стр. обложки)*

### Главный редактор

Э.А. Конов, канд. техн. наук

Зам. главного редактора

А.Ю. Пылаев

Тел./факс: (812) 6004586

Факс: (812) 5711545

E-mail: morvest@gmail.com

www.morvest.korabel.ru

### Редакционная коллегия

К.Г. Абрамян, д-р техн. наук, проф.

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

В.Н. Глебов, канд. эконом. наук

Е.А. Горин, д-р эконом. наук

Е.В. Игошин, канд. техн. наук

Б.П. Ионов, д-р техн. наук, проф.

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

А.И. Короткин, д-р техн. наук, проф.

С.И. Логачёв, д-р техн. наук, проф.

П.И. Малеев, д-р техн. наук

Ю.И. Нечаев, д-р техн. наук, проф.

В.С. Никитин, д-р техн. наук, проф.

В.Г. Никифоров, д-р техн. наук, проф.

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

Л.А. Промыслов, канд. техн. наук

Ю.Д. Пряжин, д-р истор. наук, проф.

А.В. Пустошный, чл.-корр. РАН

А.А. Родионов, д-р техн. наук, проф.

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

А.А. Русецкий, д-р техн. наук, проф.

Ю.Ф. Тарасюк, д-р техн. наук, проф.

В.И. Черненко, д-р техн. наук, проф.

Н.П. Шаманов, д-р техн. наук, проф.

Б.А. Царёв, д-р техн. наук, проф.

### Редакция

Тел./факс: (812) 6004586

E-mail: morvest@gmail.com

### Редактор

Т.И. Ильичёва

Дизайн, верстка

С.А. Кириллов

### Адрес редакции

190000, Санкт-Петербург,

наб. реки Мойки, 84, пом. 13Н

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации ПИ № 77-12047 от 11 марта 2002 г.

### Учредитель-издатель

ООО «Издательство "Мор Вест"»,

190000, Санкт-Петербург,

наб. реки Мойки, 84, пом. 13Н.

Электронные версии журналов 2006–2012 гг.

размещены на сайте ООО «Научная электронная

библиотека» [www.elibrary.ru](http://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 № 1844.

Ответственность за содержание информационных и

рекламных материалов, а также за использование

сведений, не подлежащих публикации в открытой

печати, несут авторы и рекламодатели. Перепечатка

допускается только с разрешения редакции.



### Editorial Council

#### Chairmen

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

#### Co-chairmen:

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

**K.P. Borisenko**, Rector SPBSMTU

#### Council Members:

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

**A.S. Buzakov**, General Director  
JSC Admiralty Shipyards

**G.V. Egorov**, General Director  
JSC Marine Engineering Bureau SPb

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

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

**M.A. Ivanov**, General Director  
JSC Control Systems and Instruments

**V.N. Ilukhin**, Chairman NO ASRTD

**L.M. Klyachko**, General Director  
JSC ZNII KURS

**S.R. Komarov**, Chairman  
of the Board of Directors JSC MNS

**E.V. Komarakov**, General Director  
JSC USC. Transas

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

**A.A. Kopanev**, General Director,  
JSC SPF Meridian

**G.A. Korzhavin**, General Director,  
JSC Concern Granit-Elektron

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

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

**G.N. Muru**, General Director JSC 51CCTIS

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

**I.V. Scherbakov**, General Director JSC PDB Petrobalt

**V.V. Shatalov**, General Director  
JSC DB «Vympel»

**K.Yu. Shilov**, General Director  
JSC Concern SPA Avrora

**A.V. Shlyakhtenko**, General Director –  
General Designer JSC ZMKB Almaz

**V.A. Solon'ko**, Chairman of the Board of Directors  
JSC SPA Sevzapspezavtomatika

**V.I. Spiridopulo**, General Director  
JSC Severnoye Design Bureau

**I.S. Sukhovinsky**, Director JSC VINETA

**D.V. Suslov**, Director JSC CRISM

**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

**A.F. Zen'kov**, General Director JSC SRNHI

## CONTENTS

### SHIPBUILDING AND SHIP-REPAIRING

<b>L.G. Grabovets.</b> Shipbuilding firm «Almaz» is 80 years .....	1
To the 65 <sup>th</sup> anniversary of L.G. Grabovets .....	14
<b>Yu.N. Taratonov.</b> Innovative approach to the shipbuilding yard .....	15
<b>G.N. Muru.</b> About terminology in the technical maintenance and repair of weapons and military equipment of the Navy .....	20
<b>S.A. Milavin.</b> Why «Vladivostok», «Murmansk» and «Novorossiysk», and not «Moscow» and «St. Petersburg»? .....	25
<b>V.S. Kazenkov.</b> Universal amphibious ships: overview and development prospects .....	27
<b>E.A. Gorin, K.S. Chernov.</b> Marine technologies on NorShipping-2013: achievements and problems .....	33
To the 80 <sup>th</sup> anniversary of Professor S.I. Logachev .....	37
<b>G.V. Egorov, A.G. Egorov.</b> Analysis of risk and reliability of oil tankers of the type «Volgoneft», projects 558/550 and 1577/550A .....	39

### PROPULSION MACHINERY AND SHIP EQUIPMENT

<b>E.B. Vasiljev, D.A. Gubnitsyn.</b> Modern power systems of marine infrastructure .....	47
<b>V.M. Prikhodko, M.L. Iolev, I.V. Prikhodko.</b> The effectiveness of a methodology of forecasting electricity consumption at a ship-repairing enterprise .....	51
<b>P.V. Nalivkin, S.K. Shin.</b> Separation of oil B-3V with three-dimensional filtering elements .....	59
<b>S.S. Staroded, M.P. Tikhomirov, A.A. Neelov.</b> Development of methods for the control of insulation condition in marine power systems .....	63

### RADIO-ELECTRONIC EQUIPMENT AND CONTROL SYSTEMS

<b>A.A. Kopanev, V.A. Moguchiy.</b> 130 years at the service of the Navy of Russia. To the anniversary of JSC «The research-and-production firm «Meridian» .....	65
<b>L.M. Klyachko, N.N. Tarasov, Г.Э. Ostretsov.</b> About building fault-tolerant information systems .....	69
<b>I.V. Telyuk.</b> To a question of creation of the onboard systems of information support of the mixed navigation catamaran navigator .....	72
<b>V.M. Ambrosovskiy, Ju. V. Bagliuk, A.S. Korenev.</b> Automatic steering in integrated bridge systems .....	77
To the 80 <sup>th</sup> anniversary of Professor Yu.F. Tarasyuk .....	81



## SAFETY OF NAVIGATION

- P.G. Brodsky, V.P. Lenkov, V.N. Ilyukhin.** *Development of complex search and rescue system is a vital task for the development of rescue support offshore facilities in modern conditions*..... 83
- A.B. Suvalov, E.V. Taranuha.** *Substantiation of the methodology of selecting and structuring works in the field of technical means of search and rescue in the ice* ... 87
- Kukui Firmin Jivo, D.V. Suslov.** *To the question of the ship transfer from the subprime condition in the safe one*..... 93

## SEA EQUIPMENT: SCIENCE AND TECHNOLOGIES

- A.S. Buzakov, G.A. Emelchenkov, B.L. Reznik.**  
*The experience of OJSC «Admiralty shipyards» on application of modern technologies of life-cycle data support of the shipbuilding products*..... 99
- A.G. Nazarov.** *Freeboard of small vessels: the peculiarities of the assessment and regulation*..... 102
- S.N. Sharov, A.G. Tolmachev, V.V. Solovieva.** *Evaluation of oscillations of the landing gear for unmanned aerial vehicle in conditions of vessel rolling*..... 107
- To the 70<sup>th</sup> anniversary of Professor SH.G. Aliyev*..... 111

## IN MARITIME COLLECTION

- The 40<sup>th</sup> Assembly of the St. Petersburg Marine Assembly, devoted to the 150<sup>th</sup> anniversary of the birth of academician A.N. Krylov*..... 115

## HISTORY OF SHIPBUILDING AND FLEET

- In memoriam*..... 117
- To the 80<sup>th</sup> anniversary of Professor Y.A. Pryakhin*..... 119
- V.L. Alexandrov.** *The genius of the academician A.N. Krylov: scientific and engineering heritage and contribution to the history of the country.*  
*To the 150-anniversary from birthday*..... 120
- V.E. Yukhnin.** *Heavy nuclear missile cruiser proj. 1144 («Orlan»)*..... 127

## EXHIBITIONS AND CONFERENCES

- The 12<sup>th</sup> International Exhibition and Conference NEVA–2013, 24–27 of September, 2013, St.Petersburg (the fourth of Cover)*

### Editor-in-Chief

E.A. Konov, Ph. D.

### Deputy Editor-in-Chief

A.Yu. Pylaev

Phone/Fax: +7 (812) 6004586

Fax: +7 (812) 5711545

E-mail: morvest@gmail.com

www.morvest.korabel.ru

### Editorial Collegium

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

Yu.V. Baglyuk, Ph. D.

VI. Chernenko, D. Sc., Prof.

V.N. Glebov, Ph. D.

E.A. Gorin, D. Sc.

E.V. Igoshin, Ph. D.

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

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

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

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

PI. Maleev, D. Sc.

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

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

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

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

L.A. Promyslov, Ph. D.

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

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

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

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

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

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

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

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

### Editorial staff

Phone/Fax +7 (812) 6004586

E-mail: morvest@gmail.com

### Editor

T.I. Ilyichiova

### Design, imposition

S.A. Kirillov

### Editorial office

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

190000, St. Petersburg

The magazine is registered by RF Ministry of Press,

TV and Radio Broadcasting and Means of Mass

Communications, Registration Certificate

ПИ № 77-12047 of 11 march 2002.

### Founder-Publisher

JSC Publishing House "Mor Vest"

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

190000, St. Petersburg

The magazines electronic versions of 2006–2012

are placed on the site LLC "Nauchnaya elektronnyaya

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

Russian index of scientific citing.

By the decision of the Council of VAK the Morskoy

Vestnik magazine is entered on the list of the leading

scientific magazines and editions published in the

Russian Federation where basic scientific outcomes of

doctoral dissertations shall be published.

http://vak.ed.gov.ru

You can subscribe to the Morskoy Vestnik magazine

using the catalogue of "Rospechat" agency (subscription

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

Morvest Publishing House.

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

Circulation 1000. Order № 1844.

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.

и шлюпок разных размеров. Трудности с достижением необходимых ГТХ «единого» катера были неожиданно разрешены в результате инициативного предложения КБ верфи. Это КБ по идее талантливого конструктора В.И.Тягунова разработало проектное предложение сторожевого катера. В отличие от «единого» катера его главные размерения допускали перевозку по железной дороге, чем достигалось обеспечение морпогранчастей на всех морях, включая дальневосточные. Для такого катера имелись двигатели, благодаря которым была достигнута заданная скорость хода в 26 уз. Проект при поддержке ВМА был одобрен руководством ОГПУ и запущен в серийное производство. В 1933–1936 гг. предприятие построило 32 катера, названные «малыми охотниками». Первый вариант проекта под индексом МО-2 имел ряд недостатков по пожаровзрывобезопасности и потребовал доработки. Новый улучшенный проект МО под индексом МО-4 КБ верфи разработало в 1935–1936 гг. под руководством главного конструктора профессора С.В.Пугавко. В 1936 г. верфь построила два головных катера типа МО-4, которые в том же 1936 г. прошли ходовые, а в марте 1937 г. – государственные испытания. Эти катера положили начало большой серии катеров, строившихся на нашем заводе вплоть до сентября 1941 г. (всего завод построил 228 ед. МО-4).



«Малый охотник» МО-4

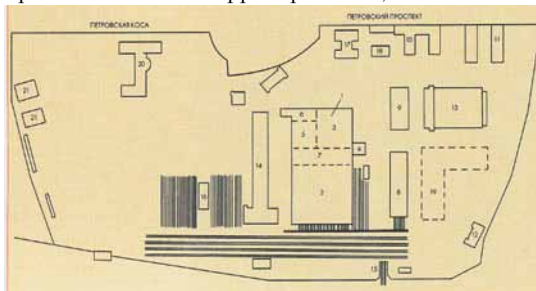
ВМФ, отказавшийся от долевого строительства верфи, уже в 1938 г. заказал для своих нужд более 40 катеров МО-4. В 1938–1941 гг. почти половина всех строившихся на заводе катеров МО-4 поставлялась флоту. В октябре 1937 г. в порядке реализации мобилизационного плана СТО заводское КБ подготовило проектное предложение мореходного безреданного торпедного катера ТК Д-3. Предложение было одобрено ВМФ и уже в 1938 г. КБ завода под руководством Л.Л.Ермаша разработало технический проект ТК Д-3, а в 1939 г. на заводе был построен первый опытный катер. В 1940 г. этот ТК успешно прошел государственные испытания на Черном море и был принят на вооружение. С 1940 г. началось серийное строитель-



Безреданный торпедный катер Д-3

во ТК Д-3. Во время Великой Отечественной войны это был единственный отечественный серийный ТК дальнего действия. К маю 1941 г., когда предприятие вошло в состав Наркомата судостроительной промышленности, оно представляло собой современный (на тот момент) судостроительный завод с большим коллективом высококвалифицированных производственных рабочих и инженерно-технических работников: общая численность сотрудников завода составляла 2396 человек. За высокие производственные успехи в 1939 г. большая группа сотрудников завода была удостоена высоких правительственных наград. В числе награжденных были директор Е.Я.Локшин (орден Ленина), сотрудники А.Д.Красавин, Н.А.Чирятьев (орден Трудового Красного Знамени) и многие другие.

К началу войны завод располагал значительными производственными площадями. К основным цехам относились: судосборочный площадью 4800 м<sup>2</sup> и деревообрабатывающий, располагавшиеся в эллинге №1, механический, горячий, монтажно-сдаточный площадью 840 м<sup>2</sup>, инструментальный цех площадью 137 м<sup>2</sup>. В это время предприятие занимало территорию в 13,2 га.



План завода 1941 г.

## ВЕЛИКАЯ ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ВОЙНА

Великая Отечественная война, начавшаяся 22 июня 1941 г., вероломным нападением фашистской Германии, уже через два месяца докатилась до стен Ленинграда. В первых числах сентября 1941 г. сомкнулось кольцо вражеских войск вокруг города и началась беспрецедентная 900-дневная блокада города. Более 1300 рабочих и инженерно-технических работников завода добровольно и по призыву ушли в ряды армии, флота, народного ополчения и в партизанские отряды.

Уже на второй день после начала войны на заводе были созданы штаб и отряды МПВО. Бойцы МПВО, в основном девушки, самоотверженно выполняли производственную работу и несли службу в МПВО. Согласно мобилизационному плану заводу предстояло срочно заменить вооружение на «малых охотниках», входивших в состав Балтийского флота. Эту работу предприятие выполняло в три смены и завершило буквально в течение нескольких недель. Кроме того, с июля по октябрь 1941 г. завод завершил достройку и сдачу флоту 40 катеров МО-4. В июле 1941 г. согласно распоряжению руководства ВМФ надлежало организовать и осуществить перевод на Северный флот пяти ТК типа Д-3. Специалисты завода во главе со строителем А.А.Тимофеевым и механиком Х.А.Мухиным успешно провели эту операцию. Пять катеров Д-3 составили ядро первой бригады ТК Северного флота, громившей врага в районе п-ова Рыбачий, Печенском заливе. Командир ТК-12 типа Д-3 А.О.Шабалин за свои смелые и результативные атаки противника был дважды удостоен звания Героя Советского Союза. Постройка катеров типа Д-3 шла на заводе в течение всей блокады, несмотря на все трудности блокадного времени. Всего за время войны завод передал флоту 67 катеров типа Д-3. Учитывая большую потребность флота в «малых охотниках» и наличие задела корпусов Д-3 ВМФ предложило заводу создать «малый охотник» в корпусе Д-3. Такой проект под индексом МО-Д-3 был срочно разработан заводским КБ под руководством Д.А.Черногуза. В условиях блокады завод построил по этому проекту 46 катеров. Все дни блокады Ленинграда завод ни на час не прекращал строительство новых

и ремонт поврежденных в боях боевых катеров. Руководство страны высоко оценило заслуги предприятия по постройке и ремонту катеров в тяжелых условиях блокады. 31 мая 1944 г. Председателем Президиума Верховного Совета СССР М.И.Калининым был подписан Указ, согласно которому «за успешную работу по строительству боевых торпедных катеров

для ВМФ, за их высокие технические и боевые качества, за самоотверженный труд коллектива рабочих, инженерно-технических работников» завод был награжден орденом Трудового Красного Знамени. Орденами и медалями была награждена большая группа сотрудников завода, в том числе орденом Ленина главный инженер А.Ф.Симини и токарь Н.М.Федоров. Кроме того, решением ВЦСПС и НКСП коллективу завода на вечное хранение было передано Красное знамя победителя Всесоюзного соревнования.

С отличными трудовыми показателями завод встретил 1945 г. и долгожданную Победу. Ему было чем гордиться: построенные на заводе катера МО-4, Д-3 и КМ-4 участвовали во многих боевых операциях на всех флотах и показали свои уникальные качества, обеспечившие их высокую боевую эффективность. Во многих приморских городах сегодня можно видеть в качестве памятников поставленные на пьедестал катера нашего завода. Катерам КМ в ЦПКиО Санкт-Петербурга у 2-го Елагина моста, где они базировались в дни блокады, поставлен памятник. Неумолимым



**Участник Великой Отечественной войны катер КМ**



**Грамота Верховного Совета СССР о награждении в 1944 г. завода №5 орденом Трудового Красного Знамени**



**Памятник катерам-тральщикам типа КМ у 2-го Елагина моста в Санкт-Петербурге**

трудом этих катеров на Балтике было обезврежено более 2700 мин. Эту работу по разминированию главного фарватера нашего города «каэмки» продолжали и после победного 9 мая 1945 г.

### **ПЕРВОЕ ПОСЛЕВОЕННОЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ**

С окончанием Великой Отечественной войны началось восстановление разрушенного заводского хозяйства. Правительство и ВМФ поставили перед коллективом завода задачу по созданию новых боевых катеров, учитывающих опыт войны. К этому времени на предприятии начали строиться поставленные по ленд-лизу американские торпедные катера типов Vosper и Elco. Они обладали более высокими мореходными качествами, чем отечественные ТК предвоенных проектов, так как в отличие от отечественных создавались без учета возможности перевозки по железной дороге. Последнее ограничивало размеры ТК, и, как следствие, их мореходность. Перед отечественными катеростроителями была поставлена задача создать ТК, который превосходил бы Elco по всем показателям. Поэтому параллельно с освоением постройки модернизированного ТК времен войны – пр. 200бис, ГУК ВМФ выдало промышленности ТТЗ на создание мореходного негабаритного ТК. Выбор предприятия-строителя нового катера выпал на наш завод, освоивший строительство ТК Elco. Для разработки проекта, которому присвоили №183, на предприятии по линии МВД в 1946 г. было создано ОКБ-5 из репрессированных сотрудников ОКБ-340 и вольнонаемных конструкторов. Главным конструктором пр. 183 был назначен известный инженер-кораблестроитель П. Г. Гойнкис. В течение 1946 – 1947 гг. шла обработка проекта, а 1 октября 1947 г. был заложен опытный катер. Благодаря тому, что конструкторы и технологи работали вместе с судосборщиками и непосредственно во время сборки тщательно проверяли конструкцию узлов, особенности монтажа и в случае необходимости оперативно вносили в чертежи изменения, стал возможным



**ТК пр. 183**

ускоренный темп строительства. Уже в ноябре 1948 г. опытный катер пр. 183 был спущен на воду. После государственных испытаний в ноябре 1949 г. он вошел в состав ВМФ и был рекомендован для серийного строительства. Серийное строительство этих катеров пр. 183 потребовало постройки нового эллинга. В нем завод построил 220 катеров пр. 183 для отечественного ВМФ и зарубежных заказчиков, всего на предприятиях Минсудпрома было построено свыше 600 таких катеров пр. 183. Столь массовое строительство стало возможным благодаря внедрению новых технологий, в первую очередь применению соединений на клее ВИАМ БЗ, а также поточного позиционного методу сборки. За создание катера пр. 183 его авторы получили звание лауреатов Сталинской (Государственной) премии за 1951 г., в их числе: П. Г. Гойнкис, Г. И. Китаенко, Е. А. Попов. Торпедный катер заслуженно называют лучшим среди катеров первого послевоенного десятилетия. Четыре быстроходных дизеля ленинградского завода «Звезда» обеспечили ему скорость хода в 44 уз, выбранные обводы – высокую мореходность, вооружение, состоящее из двух ТА калибром 533 мм, двух артиллерийских установок 2МЗ и РЛС «Зарница» – высокую боевую эффективность. На ряде катеров пр. 183 впервые в нашей стране была внедрена газотурбинная установка. На модификации 183 ТК в дополнение к четырем дизелям М-50 была установлена газовая турбина М-1 агрегатной мощностью 4000 л.с. Это обеспечило катеру максимальную скорость 50 уз. По проекту 183ТК завод построил 25 катеров. В модификации проекта 183 (проект 183У) предпринималась попытка замены 1000-сильных дизелей М-50 на 4000-сильные дизели М-50З. Правда, в серию катер не пошел, но «дал путевку в жизнь» уникальным дизелям М-50З для новых проектов.

Принятая во время войны концепция создания на одной базовой платформе катеров как ударного, так и сторожевого назначения, была реализована и в пр. 183 – на платформе ТК пр. 183 под руководством П. Г. Гойнкиса был разработан пр. 199 «малого охотника». На этих катерах пр. 199 устанавливалась гидроакустическая станция «Тамир» и вместо торпедного вооружения – два бомбомета и два бомбосбрасывателя. За 1955 – 1959 гг. завод построил 52 катера пр. 199.

Залечив нанесенные войной раны, восстановив и модернизировав производство, завод к середине 50-х гг. XX в. по всем показателям стал ведущим катеростроительным предприятием страны.



## НАЧАЛО ЭРЫ РАКЕТНЫХ КАТЕРОВ

Вторая мировая война дала толчок бурному развитию научно-технического прогресса, вызвавшему появление во второй половине 50-х гг. совершенно новых вооружений и технических средств для ведения боевых действий на море благодаря проведению широкого спектра научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Отечественное военное катеростроение оказалось в авангарде этого процесса, а СФ «Алмаз» сыграла ключевую роль в реализации новейших уникальных проектов боевых катеров.

Появление в отечественной авиации в начале 50-х гг. компактных крылатых ракет не прошло незамеченным создателями боевых катеров. Дело в том, что оснащение кораблей РЛС и скорострельной малокалиберной артиллерией сделало неэффективными атаки торпедных катеров. Требовалось оружие, которое позволяло бы наносить удары по противнику, находясь вне зоны его средств самообороны. Малогабаритные крылатые ракеты идеально подходили для этой цели. Концепцию боевого катера с крылатыми ракетами сформулировал начальник СКБ-5 Е. И. Юхнин. Решение проблемы потребовало привлечения ряда ведущих предприятий – разработчиков ракет, разработчиков РЛС, систем управления стрельбой и т.д. Нужно было проверить воздействие струи ракеты на корпусные конструкции. После одобрения идеи правительством была разработана большая целевая программа ОК и НИР. В целях ускорения реализации идеи в качестве катера-носителя крылатых ракет типа П-15 была выбрана платформа ТК пр. 183. Вместо торпедных аппаратов и кормовой артустановки 2МЗ на палубе разместили две пусковые установки для ракет П-15, на мачте – малогабаритную РЛС «Рангоут», обеспечивающую поиск цели и наведение ракет. Для изучения воздействия струи ракеты на корпусные конструкции были проведены полигонные испытания макетов ракет со стенда, имитирующего надстройку и палубные конструкции катера. Все работы по изготовлению стенда шли на нашем заводе. Они позволили разработать защиту деревянного корпуса от воздействия струи ракет и выбрать обеспечивающую безопасность для пребывания личного состава катера тепло- и звукоизоляцию помещений.

По результатам этих работ на заводе были построены два опытных катера (пр. 183Э) и в 1957–1958 гг. проведены успешные натурные пуски ракет с этих катеров. Это явилось основанием для серийного строительства ракетных катеров пр. 183Р. Всего на заводе было построено 56 ракетных катеров типов

183Р и 183РТР. Это были первые в мире ракетные катера. Они поставлялись и на экспорт.

Опыт создания катеров проекта 183Р позволил ВМФ выдать ТТЗ на новый ракетный катер – катер пр. 205 уже не с двумя, а с четырьмя ракетами П-15. Корпус катера должен был выполняться из стали, а для достижения скорости хода около 40 уз планировалось установить опробованные на катере пр. 183У дизели агрегатной мощностью 4000 л.с. Строительство катеров пр. 205 было поручено «Алмазу».



РКА пр. 205

Поскольку завод специализировался на строительстве катеров с корпусами из дерева, переход на строительство металлических катеров требовал коренной перестройки производства. Прежде всего предстояло переоборудовать новый эллинг №3, организовать вспомогательные цехи и участки, связанные с обработкой и сваркой стали. И все это надо было выполнить при сохранении выпуска катеров с корпусами из дерева. Кроме того, поскольку существовавший на заводе продольный слип не мог обеспечить спуск 150-тонного катера, в районе эллинга был вырыт ковш, соединенный с акваторией Малой Невы, и оборудовано устройство для поперечного спуска катеров. Первый ракетный катер пр. 205 был заложен в июле 1958 г., закончен постройкой в 1959 г. и в 1960 г. прошел испытания, подтвердившие правильность заложенных в него решений. Катер был принят в состав ВМФ и дал путевку в жизнь большой серии катеров. Катера пр. 205 и его модификаций были главной продукцией завода в течение более 30 лет. Всего завод построил свыше 100 катеров по основному пр. 205 и более 150 – по его модификациям.

В 1962 г. за создание первых в мире ракетных катеров пр. 183Р и 205 большая группа сотрудников завода и ЦКБ-проектанта были награждены орденами и медалями, а авторы – Е. И. Юхнин, А. П. Городянко, В. П. Гусев и ответственный сдатчик Н. И. Мартынычев – стали лауреатами Ленинской премии; начальник сдаточного участка завода И. Н. Комиссаров был удостоен высокого звания Героя Социалистического Труда.

Традиция использовать платформу боевого катера при создании пограничных катеров не обошла стороной и кате-

ра пр. 205 – на базе его платформы пр. 205 был создан пограничный корабль пр. 205П, получивший название «Тарантул». Начиная с 1967 г., завод по этому проекту построил 111 ед.

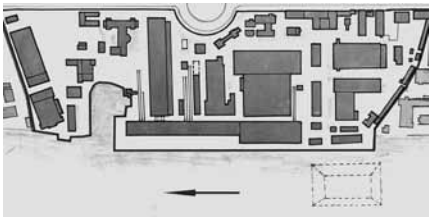
Ракетные катера пр. 183Р и 205, поставленные нашей страной на экспорт, приняли участие в ряде локальных конфликтов и подтвердили свою высокую эффективность. Страны блока НАТО только после успехов этих катеров в арабо-израильском и индо-пакистанском конфликтах обратили внимание на этот вид оружия, который ими до тех пор игнорировался.

Отечественный ВМФ, не желая упускать инициативу в создании ракетных катеров, поставил перед промышленностью задачу создать новый катер с усиленным ракетным вооружением и более эффективными средствами самообороны. Проект такого катера, отнесенного согласно новой классификации к малым ракетным кораблям (МРК), был разработан в ЦМКБ «Алмаз» под руководством главного конструктора И. П. Пегова. МРК, получивший название «Овод», нес 6 ракет типа П-120 (дальность стрельбы – 120 км), новый радиолокационный комплекс «Дубрава», зенитно-ракетный комплекс «Оса-М» и 57-мм артустановку АК-725, управляемую от РЛС «Барс». В качестве главных двигателей была применена уникальная дизельная ГЭУ из трех дизель-редукторных агрегатов ДРА-507 по 10 000 л.с. каждый.

Строительство МРК «Овод» представляло очередную реконструкцию основного производства. Для строительства корпуса МРК в эллинге №1 были модернизированы все четыре пролета, перед эллингом построили новый трансбордер грузоподъемностью 600 т и открытую достроечную позицию, обслуживаемую 30-тонным порталным краном для монтажа крупногабаритного оборудования и надстройки с мачтами. Поскольку поперечный слип не обеспечивал спуск МРК, для спуска корабля на заводе по проекту ГСПИ-2 был построен комплекс гидротехнических сооружений, включающий причал, спусковой передаточный док, котлован для погружения дока и достроечную набережную. Было модернизировано и корпусообрабатывающее производство.



МРК «Овод»



*План завода начала 70-х гг.*

13 января 1967 г. на заводе был заложен головной МРК проекта «Овод», получивший название «Буря», МРК был спущен на воду 18 октября 1968 г. и сдан ВМФ в 1970 г. После этого началось серийное строительство МРК «Овод». Всего по пр. 1234 и 1234.1 заводом для отечественного ВМФ было построено 30 кораблей и 10 МРК по пр. 1234Э на экспорт.

### ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «АЛМАЗ»

К концу 60-х гг. в нашей стране началось реформирование промышленности, целью которого было сокращение сроков внедрения все усложняющейся новой техники. После ликвидации в 1965 г. совнархозов министерства вновь должны были решать все организационные вопросы между проектными и производственными предприятиями, а это затягивало сроки, и техника морально устаревала, еще до освоения готовых изделий. Правительство пошло по пути создания организационных структур, которые включали бы проектную и производственную часть. Тем самым проектант и строитель не должны были делить проблему на свою и чужую и выносить каждый раз спорные вопросы на решение министерства. Стали создаваться научно-производственные объединения (НПО). Наибольшую инициативу в этом вопросе проявлял Ленинградский обком КПСС. В Ленинграде в конце 60-х гг. был создан ряд НПО, объединивших известные НИИ и КБ разных отраслей с профильными заводами. В военном кораблестроении Ленинграда к этому времени сложилась следующая ситуация: наш завод строил боевые катера и малые корабли по проектам только одного КБ – ЦМКБ «Алмаз». Кроме того, ЦМКБ «Алмаз» располагало опытным Невским Морским заводом, расположенным на Малой Неве напротив нашего предприятия. Он строил катера также по проектам ЦМКБ «Алмаз». Поэтому, неслучайно, руководство нашего завода начало вести переговоры с руководством ЦМКБ «Алмаз» об объединении. Вопрос встал о форме объединения. Дело в том, что ЦМКБ «Алмаз» не имело статуса НИИ и назвать новое предприятие научно-производственным объединением вроде бы было нельзя. Тогда заместитель

главного инженера завода Б. Е. Гольман предложил назвать объединение производственно-техническим (ПТО). Министерство поддержало обращение двух организации – Ленинградского Приморского завода и ЦМКБ «Алмаз». Согласно приказу министра судостроительной промышленности №0299 от 1 июня 1970 г. было организовано ПТО «Алмаз». В него вошли Ленинградский Приморский завод (бывший завод 5 МСП), опытный Невский Морской завод и ЦМКБ «Алмаз». Первым Генеральным директором ПТО «Алмаз» стал начальник-главный конструктор ЦМКБ «Алмаз» Е. И. Юхнин. Через несколько лет объединение изменило свой статус – оно стало производственным объединением (ПО) «Алмаз», а генеральным директором стал директор завода. В объединении завод стал называться производственной единицей №1, а ЦМКБ «Алмаз» – производственной единицей №2. Первым генеральным директором-директором завода стал Г. Г. Полухин.

Поскольку для конца 60-х гг. было характерно интенсивное внедрение в военное кораблестроение новых принципов движения – аппаратов на воздушной подушке и подводных крыльях, перед объединением «Алмаз» была поставлена задача ускоренного оснащения отечественного ВМФ скоростными кораблями, использующими эти принципы. К этому времени на Невском Морском заводе (НМЗ) были построены штурмовые десантные катера на воздушной подушке проекта «Скат» и начали строиться танкодесантные корабли на воздушной подушке проекта «Джейран». Требовался новый импульс этому направлению. Ускоренными темпами велось капитальное строительство на территории бывшего НМЗ. Согласно разработанному ГСПИ «Союзпроектверфь» плану переснащения бывшего НМЗ предстояло фактически построить новый завод. В число новых объектов входили два эллинга площадью 2600 м<sup>2</sup> каждый с примыкающими к ним трехэтажными пристройками; между эллингами предусматривалась пятиэтажная вставка. В средней части территории планировалось строительство блока для размещения монтажного и гальванического участков, а также ко-

тельной. Предстояло также построить девятиэтажный корпус для размещения конструкторских отделов ЦМКБ «Алмаз». Полностью перестраивалась набережная для возможности приема вновь строящихся судов в плавдок и спуска в судояме у Петроградской площадки объединения. Все эти планы были реализованы в 70–80-х гг. Благодаря этому к началу 80-х гг. в объединении было построено 20 танкодесантных амфибийных кораблей (КВП) типа «Джейран». На тот момент это были самые крупные в мире КВП: при водоизмещении около 350 т. КВП «Джейран» мог перевезти два средних танка со скоростью 50 уз на расстояние 300 мор. миль. В процессе постройки КВП «Джейран» впервые в мире был освоен переход от клепаных корпусов на сварные, что позволило почти на 35% снизить трудоемкость и сократить сроки постройки. В постройку КВП «Джейран» большой вклад из заводчан внесли бригады А. Павлова, Е. Андреева, А. Мордашева, Ю. Смирнова, сварщики И. Подольский и А. Бубнов, судачные капитаны А. Градусов, М. Заманский, механики В. Федоров и А. Довгаль, сдатчики В. Любимов, В. Ермолин. В порядке отработки технологии для передачи на серийные заводы на ПО «Алмаз» были построены два танкодесантных амфибийных КВП «Кальмар».

Создание КВП «Скат», «Кальмар» и «Джейран» было отмечено в 1978 г. присвоением его авторам высокого звания лауреатов Государственной премии. Среди лауреатов – сотрудники ЦМКБ «Алмаз» В. Дьяченко, Л. Озимов, Ю. Мохов, М. Псарев, монтажник завода Н. Елисеев.



*КВП «Зубр». Высадка десанта*



*КВП «Джейран»*



*БРКА «Молния»*

Опыт, накопленный объединением по созданию упомянутых КВП, отнесенных к КВП первого поколения, позволил перейти к проектированию и постройке КВП второго поколения. В начале 80-х гг. ЦМКБ «Алмаз» предложило ВМФ проект самого крупного в мире КВП, способного перевозить три средних танка со скоростью 60 уз. Это предложение было принято, и ПО «Алмаз» получило заказ на проектирование и постройку нового КВП, названного «Зубр». 23 февраля 1983 г. в одном из эллингов Василеостровской площадки объединения был заложен головной КВП «Зубр». В постройку этого корабля большой вклад внесли главный инженер А. Пономарев, инженеры Ю. Щербakov, А. Мухин, М. Беляев, мастера А. Максименко, И. Рыбин, С. Григорьев, В. Макаров, Н. Москалев, И. Подольский, И. Остапко, Ю. Крупин, Н. Елисе-ев, А. Загорский, Ф. Грачев, В. Салтыков, Е. Стекольщиков, Ю. Терянов, строитель В. Любимов. У построенного в 1985 г. уникального КВП водоизмещением свыше 500 т уже на первых выходах в море выявили много проблем, которые не удалось предусмотреть при проектировании. Это потребовало проведения специальных конструкторских испытаний, отработки ряда новых элементов гибких ограждений, системы воздухозабора, усиления конструкции корпуса. В 1986–1987 гг. КВП «Зубр» был доработан и в 1988 г. успешно сдан ВМФ. С этого момента началось серийное строительство КВП этого типа. Из специалистов ЦМКБ «Алмаз», внесших значительный вклад в создание этого уникального корабля, следует отметить Ю. Семенова, Г. Корнатову, С. Ермолаеву, А. Бес-сарову, Н. Тимофееву, Ю. Стуколки-на, М. Шперлинга, В. Цареву, М. Бройдо, В. Копничева.

Создание амфибийных десантных КВП на Василеостровской площадке объединения не повлияло на темпы серийного строительства и освоения новых проектов ракетных катеров и кораблей на Петроградской площадке. Здесь продолжилось строительство серийных МРК «Овод», а также освоение головных образцов больших ракетных катеров типа «Молния», спроектированных ЦМКБ «Алмаз» под новые ракеты «Москит» и оснащенных комбинированной дизель-газотурбинной ГТУ. В целях ускорения начала производственного процесса в условиях задержки с созданием ракет «Москит» и ГТУ руководством ВМФ и Минсудпрома было решено начать строить промежуточные варианты катеров типа «Молния» – с ракетами П-15 и газо-газотурбинной (ГТУ) установкой. Это позволило ускорить освоение корпусными производствами нового корабля, подготовить быстрый переход



**Залп с ракетного катера «Молния»**

на основной вариант. Благодаря такому подходу завод сдал ВМФ в 1979 г. ракетный катер «Молния» с комплексом П-15М и ГТУ, а в 1981 г. – головной ракетный катер «Молния» в полной комплектации. Успешная отработка головных образцов ракетного комплекса «Молния» в нашем объединении позволила начать серийное производство этих катеров на Средне-Невском и Хабаровском заводах. При постройке катеров типа «Молния» отличились конструкторы В. Устинов, М. Бройдо, Н. Турков, Л. Ки-хиди, строители В. Ермолин, И. Таланов, производственники Л. Грабовец, А. Поно-марев, Н. Сучков, В. Можухин. Работа по созданию ракетных катеров проек-та «Молния» была отмечена Премией Правительства РФ; в числе лауреатов от завода были Л. Грабовец; от ЦМКБ «Алмаз» – В. Устинов, Е. Юхнин, Е. Вол-кович, А. Шляхтенко.

Освещение направления ракетных кораблей, строившихся в ПО «Алмаз», было бы неполным, если не упомянуть уникальный МРК на автоматическом управляемых подводных крыльях (АУПК) проекта «Ураган». Еще в 1964 г., выдавая ТТЗ на МРК «Овод», ВМФ предусмотрел вариант на АУПК. Позднее эта работа вылилась в отдельный проект, получивший название «Ураган». Главным конструктором был назначен В. М. Бу-рлаков. Задача состояла в том, чтобы создать стабилизированную платформу, позволяющую осуществлять пуски ракет при движении с высокими скоростями на развитом морском волнении до 5 баллов включительно без задержек в старте. Следует заметить, что на МРК «Овод» при движении на волне-нии 4 балла со скоростью 30 уз задержки в старте ракет из-за качки достигают 45 сек. Состав оружия был принят по МРК «Овод» с уменьшением количества ракет с шести до четырех. Проблемы платформы пришлось решать практически с нуля. Требовалось обосновать выбор крыльевой схемы, системы ста-билизации, выбрать двигатель-двигательный комплекс, материал корпуса и крыльев. Создававшийся специально в качестве аналога большой самоходной модели СПК «Тайфун» вылился в са-мостоятельный проект, который ни по



**МРК «Ураган»**

крыльевой схеме, ни по трансмиссии не повторял решения МРК «Ураган». Это было связано с опасениями заказчика по поводу применения чисто глубоководной схемы АУПК, примененной на СПК «Тайфун» на таком большом корабле (водоизмещение МРК «Ураган» превысило 400 т). Однако применение схемы АУПК с пересекающими элементами усложнило конструкцию ПК, утяжелило ее, что впоследствии стало поводом для заказчика отказа от серийной постройки МРК «Ураган». Тем не менее создание МРК «Ураган» явилось существенным шагом в освоении новых технологий. Корпус этого катера был изготовлен цельносварным из панелей опытного высокопрочного сплава АМг62Т1, крылья – из титанового сплава. Газотурбинная установка, состоящая из двух газовых турбин мощностью 18 000 л.с. каждая и вертикальных трансмиссий – угловых колонок была разработана и изготовлена в Николаеве (Украина). Строительство опытного корабля началось на Петроградской площадке ПО «Алмаз» в 1972 г. В 1976 г. МРК был отправлен в Лиенау для испытаний, а в 1978 г. переведен на Черное море и в 1981 г. передан 41-й бригаде ракетных кораблей Черноморского флота в опытную эксплуатацию. Зимой 1980/1981 гг. на полигоне вблизи Севастополя были проведены сравнительные мореходные испытания МРК «Ураган» с МРК «Сокол» близкого водоизмещения на пересекающих ПК с управляемыми закрылками. «Ураган» показал более высокие мореходные качества при ходе скоростью 55 уз на всех курсовых углах при 5-балльном волнении. Неэффективность закрылков носовых ПК МРК «Сокол» привела в последующем к застопорению и сварке последних. Однако, за все надо платить – более высокая мореходность МРК «Ураган» достигалась за счет более эффективных полноповоротных ПК и больших мощностей гидравлики на управление подъемной силой ПК. Поэтому ВМФ остановил свой выбор на МРК «Сокол», тем более что высокая стабилизация движения (качка амплитудой порядка 2°), требовавшаяся для ракетного корабля, оказалась не так важна для этого.

Говоря о создании МРК «Ураган», надо с уверенностью сказать, что, построив этот корабль, ПО «Алмаз» выполнило весьма сложную научную, инженерно-конструкторскую, технологическую и организационную задачу. Особо следует отметить вклад генеральных директоров Г. Полухина, В. Косенкова, главного инженера А. Пономарева, строителей М. Тузова, В. Сибирцева, главного технолога А. Мухина, производственников Б. Григорьева, М. Розенберга, Ю. Алексева, Ю. Крупина, В. Серебрякова, Г. Немирского, А. Лаптева, разработчика всей энергетической установки М. Жарова, главного конструктора В. Бурлакова.

Уделяя внимание кораблям с новыми принципами движения, водоизмещающими ракетными кораблями, ПО «Алмаз» продолжало работать и в своей «исторической» нише, осуществляя строительство кораблей для Морской пограничной охраны. Наряду с серийным строительством ПСКР «Тарантул» ПО «Алмаз» вело подготовку к переходу на строительство ПСКР новых проектов ЦМКБ «Алмаз», о чем пойдет речь ниже.

Особое место в продукции ПО «Алмаз» занимают правительственные яхты. Не останавливаясь на яхтах довоенного времени (МО-1, ГК-4 и т.д.) и яхты пр. 360 (1960 г.), следует упомянуть яхту пр. 1360. По этому проекту, разработанному ЦМКБ «Алмаз», ПО «Алмаз» в 1978 и 1979 гг. построило два экземпляра. Интересно то, что в 2002 г. яхта «Кавказ» этого проекта прошла модернизацию на нашем заводе и еще 10 лет обслуживала Правительство РФ в Сочи.

## ВРЕМЯ ПЕРЕМЕН

В 1970–1990 гг. коллективом предприятия был накоплен бесценный опыт создания уникальных катеров и малых кораблей для отечественного ВМФ и на экспорт. Начавшиеся в начале 90-х гг. центробежные процессы в стране отразились и на жизни нашего предприятия. В 1991 г. прекратило существование объединение – ЦМКБ «Алмаз» предпочло самостоятельный «полет». В 1991 г. завод построил последние корабли – МРК «Овод», ПСКР «Тарантул» и МДК «Зубр», служившие основным источником финансирования. При переходе на рыночную экономику у государства не было средств для финансирования строительства этих кораблей. Из-за отсутствия финансирования отечественный ВМФ не заказывал и корабли новых проектов. Не удалось завершить и капитальное строительство на Петроградской площадке. Провозглашенная правительством программа конверсии производства также не была



МРК «Овод» на параде



КВП «Зубр»

подкреплена соответствующими финансами. Так называемые товары народного потребления не могли загрузить мощности, хотя к 1990 г. завод выпускал до 11 тыс. кроватей и 70 тыс. журнальных столиков. Было освоено производство рассадопосадочных машин, но массового спроса из-за отсутствия средств у сельского хозяйства тоже не было. Генеральный директор предприятия А. П. Королев понимал, что без судостроительной тематики заводу не выжить. В процессе самостоятельного поиска заказчиков был освоен выпуск крейсеровских яхт. Однако наиболее удачным маркетинговым ходом фирмы было предложение министерству экологии более привлекательного, чем решения других фирм, варианта природоохранного судна в виде мелкосидящего катамарана. Согласно заключенному с этим министерством контракту завод в 1993 г. приступил к постройке первого речного судна-катамарана «Экопатруль». Из производственников, строивших это судно, надо отметить И. Чижова, С. Григорьева, Ю. Крупина. Это судно, построенное в 1995 г. для акватории Невы, Невской губы и Ладоги, сразу же взяло под контроль экологическую среду. По примененным приборным комплексам это было уникальное, во многом первое в мире судно подобного типа. Приборный комплекс для экологических исследований «Акватория» вобрал в себя многие решения, планировавшиеся для военных целей. В 90-е гг. предприятие построило несколько природоохранных судов по основному проекту и его модификациям. За создание экологических судов генеральный директор завода А. П. Королев был удостоен Премии Правительства РФ.

Финансовой устойчивости предприятия в эти сложные годы помогло и освоение нового проекта пограничного



Природоохранное судно «Экопатруль»

корабля. В связи с моральным устареванием ПСКР «Тарантул» ЦМКБ «Алмаз» в конце 80-х гг. спроектировало ПСКР «Светляк». В 1992 г. завод по этому проекту построил для морских пограничников головной ПСКР «Светляк». Всего в 90-е гг. предприятие построило 7 кораблей этого типа. Создание ПСКР «Светляк» было отмечено Премией Правительства РФ. Среди лауреатов – начальник цеха нашего завода М. С. Каримова, главный строитель судна И. Чижов.

В начале 90-х гг. в связи с переходом государства к рыночной экономике началось акционирование предприятий. В 1993 г. наше предприятие из государственной организации стало акционерным обществом открытого типа – ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз»». Была изменена ее структура. Она стала более гибкой, приспособленной к быстро меняющимся условиям. Так в структуре появилось управление маркетинга, которое разрабатывает стратегию развития судостроительного бизнеса фирмы, ведет маркетинговые исследования и проводит переговоры с потенциальными заказчиками, а также рекламную деятельность, готовит коммерческие предложения и контракты. В целях поддержания высокого качества продукции была внедрена система управления качеством, соответствующая международному стандарту ISO 9001. Контроль за качеством продукции фирмы осуществляет управление качества на основании лицензий Российского агентства по судостроению на право производства и ремонта военной техники, свидетельства о сертификации предприятия Российским Морским Регистром судоходства, сертификатом системы сертификации «Оборонсертификация» и другими регламентирующими документами. В мае 1998 г. фирма получила Премию Санкт-Петербурга за высокое качество продукции. В этом же году катер типа «Sea Horse» вошел в число 100 лучших товаров России.

Руководству фирмы «Алмаз» удалось после акционирования сохранить мощное судостроительное производство, способное выпускать самые современные корабли. Подтверждением этого стал заключенный в 2000 г. контракт на строительство для Греческой Респуб-



*Катер «Sea Horse»*



*ПСКР «Светляк»*



*МАК «Махачкала»*



*Патрульный катер «Соболь»*



*ПСКР «Бриллиант» и ПСКР «Жемчуг» у причальной стенки ОАО «СФ «Алмаз»*

лики самых крупных и совершенных в мире КВП проекта «Зубр».

### **СФ «АЛМАЗ» В ТРЕТЬЕМ ТЫСЯЧЕЛЕТИИ**

Наряду со строительством новых кораблей большое внимание в эти годы уделялось вопросам завершения капитального строительства, в первую очередь введению в строй нового эллинга. Это позволило вести полный цикл строительства корабля в цеховых условиях до его спуска на воду, что способствовало улучшению условий труда в зимние месяцы и, соответственно, повышению производительности труда на предприятии. Стабилизировав свое положение в условиях рыночной экономики, СФ «Алмаз» успешно продолжила свою деятельность в XXI в. В июле 2001 г. морским пограничником России был сдан очередной ПСКР «Светляк». После передачи в декабре 2000 г. заказчику – Греческой Республике – предусмотренного контрактом первого амфибийного МДК типа «Зубр» фирма приступила к строительству очередного малого десантного корабля «Зубр» для этого же заказчика. В 2003 г. СФ «Алмаз» передала Министерству обороны Республики Вьетнам два сторожевых пограничных корабля типа «Светляк» (строитель – И. Чижов). В 2002 – 2004 гг. Греческой Республике были поставлены два МДК пр. «Зубр». Большой вклад в строительство и сдачу этих кораблей внесли А. Пономарев, С. Караченко, В. Платонов, Б. Тищенко.

За успехи в области производства экспортно-ориентированной продукции военного назначения Комитет военно-технического сотрудничества России в декабре 2003 г. отметил фирму почетной премией «Золотая идея». В 2004г. для отечественных морских пограничников был построен очередной ПСКР типа «Светляк». Важным событием в жизни фирмы явилась закладка 30 января 2004г. нового корабля – малого артиллерийского корабля типа «Буян» для отечественного ВМФ, получившего название «Астрахань». Этому событию предшествовал конкурс, который был объявлен ВМФ России. Наша фирма победила в острой конкурентной борьбе. Корабль спроектирован Зеленодольским ПКБ под руководством главного конструктора Я. Кушнира. Через два года, в 2006 г. состоялась торжественная его передача заказчику. Это первый в третьем тысячелетии надводный корабль, который спроектирован и построен для ВМФ РФ. Строительство корабля «Астрахань» – прекрасный пример четкого соблюдения сроков и высокого профессионального уровня пред-

приятия. Все новые конструктивные решения на корабле были отработаны всего за полтора года. Прогрессивные решения, заложенные в проект этого корабля, явились основанием для присуждения его создателям Премии Правительства РФ; от СФ «Алмаз» за эту работу лауреатами стали – бывший главный инженер В. Демченко и слесарь-монтажник С. Лозбенев. После сдачи головного корабля «Астрахань» типа «Буян» СФ «Алмаз» получила заказ на строительство серийных МАК этого типа. В 2011 г. был построен первый серийный МАК «Волгодонск», а в 2012 г. – второй серийный МАК «Махачкала». Большой вклад в сдачу этих кораблей как ответственный сдатчик внес начальник технического управления И. Мухутдинов Из производственников, строивших и сдававших эти корабли, следует отметить С. Караченко, Д. Дементьева, М. Дементьева, Г. Чукавина. Все корабли типа «Буян» предназначены для усиления Каспийской флотилии. В 2006г. к саммиту «Большой восьмерки» СФ «Алмаз» изготовила далеко не судостроительную продукцию – самый большой в мире плавучий фонтанный комплекс, который функционировал у Стрелки Васильевского острова в Санкт-Петербурге и восхищал и участников встречи, и всех гостей и жителей нашего города.

Верная чувству нового, фирма «Алмаз», отслеживая рынок идей, приобрела проект и построила в 2006г. за счет собственных оборотных средств новейший патрульный катер «Соболь» разработки ЦМКБ «Алмаз» (главный конструктор – Б. Лейкис), не имеющий аналогов в России и за рубежом. Система автоматически управляемых днищевых интерцентроров позволяет катеру развивать скорость хода до 48 уз и существенно снижать амплитуды бортовой и килевой качки при ходе на волнении, что дает возможность 60-тонному катеру использовать оружие на волнении 3 балла и находиться в море до 6 баллов. В период проведения международной выставки «Interpolitex-2006» специалисты СФ «Алмаз» совместно со специалистами ЦМКБ «Алмаз» провели презентацию катера «Соболь» для представителей ВМФ стран СНГ. За строительство головного катера «Соболь» СФ «Алмаз» была награждена специальным дипломом морских частей пограничной службы ФСБ РФ. Головной катер был приобретен морскими пограничниками, а фирма получила заказ на серию подобных катеров как для отечественных пограничников, так и пограничников СНГ (Республика Туркменистан). Всего за прошедшие годы на СФ «Алмаз» совместно с Морским заводом «Алмаз» построено 17 ед. патрульных катеров типа «Соболь». География их службы весьма разнообраз-

на – от Балтики и Черного моря до Севера и Дальнего Востока. В 2007 г. фирма, продолжая строительство ПСКР «Светляк», сдала отечественным пограничникам очередной корабль. В этом же году для таможенной службы Азербайджана были построены четыре катера.

Работая в тесном контакте с администрацией города и всегда отзываясь на ее запросы, СФ «Алмаз» заложила в 2007 г. буксир-ледокол для акватории Невы, способный устранять ледовые заторы у невских мостов. В 2007 г. в эллинге завода «Алмаз» было заложено патрульное судно ледового класса типа «Пурга», спроектированное ПКБ «Петробалт» (главный конструктор – И. Щербаков). В этом же 2007 г. СФ «Алмаз» выиграла тендер на строительство пограничного корабля для охраны территориальных вод – ПСКР типа «Рубин» по проекту, разработанному ПКБ «Северное бюро» (главный конструктор А. Наумов). Давший название серии головной корабль «Рубин» был построен на предприятии и сдан заказчику в 2010 г. (строители – Д. Дементьев, И. Чижов). В 2010 г. в Новороссийске ВМС Словении был передан ПСКР пр. «Светляк» (экспортный вариант). СФ «Алмаз» построила еще два ПСКР типа «Светляк» для Республики Вьетнам. В 2011 г. торжественно поднят флаг на предназначенном для охраны территориальных вод от браконьеров головном корабле типа «Пурга» и заложен серийный корабль этого типа.

В 2012 г. СФ «Алмаз» продолжала строительство и сдачу новых кораблей. Пограничной службе ФСБ России были переданы два патрульных катера типа «Соболь». В июне 2012 г. был построен и передан в состав Пограничной службы ФСБ России ПСКР «Бриллиант», а в сентябре 2012 г. – ПСКР «Жемчуг» и одновременно заложен ПСКР «Изумруд» (все – типа ПСКР «Рубин»). В ноябре 2012 г. спущен на воду первый серийный пограничный корабль ледового класса типа «Пурга»; сдача этого корабля заказчику состоялась в июне 2013 г. Тогда же на Морском заводе «Алмаз» были построены, сданы и отправлены к месту службы – на Север – два патрульных катера типа «Соболь». В апреле 2013 г. СФ «Алмаз», традиционно являющаяся строителем скоростных катеров и малых кораблей для ВМФ России и на экспорт, получила госзаказ на строительство девяти морских самоходных плавкранов грузоподъемностью 35–150 т. Эти плавкраны предназначены для выполнения всех видов грузоподъемных операций, погрузки на надводные корабли, подводные лодки и другие суда ВМФ. 17 мая 2013 г. на предприятии был заложен головной плавкран. Его проект разработан ЗАО «Спецсудопроект». Строительство упомянутых плавкранов обеспечивает загрузку СФ «Алмаз» до 2017 г.

Оценивая производственный путь СФ «Алмаз» в XXI в., следует сказать, что успешная эксплуатация постро-

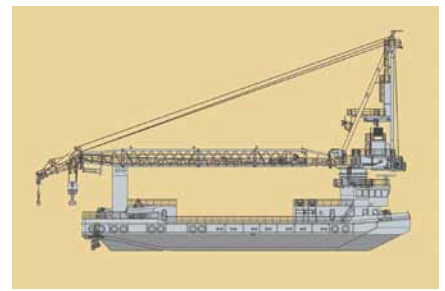


Схема бокового вида плавкрана для ВМФ

енных на фирме катеров и кораблей является лучшим подтверждением репутации фирмы как высококвалифицированного строителя катеров и кораблей специального назначения. Всего за 80 лет своего существования на предприятии построено свыше 1100 катеров и кораблей для отечественных и зарубежных заказчиков. География поставок продукции фирмы весьма широка – от Греции, Словении, Египта до Индии, Вьетнама и Кубы (всего 17 стран).

В заключение следует сказать, что руководство СФ «Алмаз», возглавляемое генеральным директором Л. Г. Грабовцем, производственные возможности фирмы, ее высококвалифицированный коллектив, делают все возможное для реализации любых сложных проектов кораблей как с легкосплавными, так и со стальными корпусами водоизмещением до 2000 т. Потенциал СФ «Алмаз» позволяет ей с оптимизмом смотреть в будущее. ■



Новый эллинг

## К 65-ЛЕТИЮ Л. Г. ГРАБОВЦА



1 сентября 2013 г. исполнилось 65 лет Леониду Герасимовичу Грабовцу — генеральному директору ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз», академику Санкт-Петербургской инженерной академии, члену-корреспонденту Российской инженерной академии, вице-президенту Ассоциации промышленных предприятий, члену Ассоциации судостроителей Санкт-Петербурга, члену Совета Торгово-Промышленной Палаты Санкт-Петербурга, действительному члену Морского собрания Санкт-Петербурга, члену Морского совета при губернаторе Санкт-Петербурга, члену редакционного совета журнала «Морской вестник».

Л. Г. Грабовец родился 1 сентября 1948 г. в с. Пульмо Любомильского района Вольнской области. После школы он прошел службу в армии (1966—1968).

С 1968 г. в течение 45 лет трудовая жизнь Леонида Герасимовича неразрывно связана с «Судостроительной фирмой «Алмаз», где он прошел путь от ученика токаря до генерального директора (2001), члена Совета директоров ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз», Председателя Совета директоров ОАО «Морской завод «Алмаз».

Л. Г. Грабовец принимал участие в строительстве более ста кораблей и катеров для Военно-Морского Флота России и морских частей Пограничной службы России, внес большой вклад в международное военное сотрудничество: в 2001—2004 гг. под его руководством были успешно реализованы контракты на поставку трех десантных кораблей на воздушной подушке «Зубр» для ВМС Греции; в 2002 и 2010 гг. — на поставку четырех патрульных кораблей «Светляк» для ВМС Вьетнама; в 2007 г. на поставку четырех скоростных катеров для МЧС Азербайджана; в 2009 г. — на поставку двух патрульных катеров «Соболь» для Туркменистана и в 2010 г. на поставку патрульного корабля «Светляк» для Словении.

Под руководством Л. Г. Грабовца, «Алмаз» построил для Каспийской флотилии серию малых артиллерийских кораблей типа «Буян», серийно строятся корабли «Светляк» и катера-перехватчики «Соболь» для Пог-

раничной службы ФСБ РФ, успешно идет строительство четвертого и пятого пограничных кораблей нового поколения пр. 22460, сданы заказчику два патрульных судна ледового класса пр. 22120.

В 2013 г. «Алмаз» под его руководством получил крупнейший контракт на строительство серии из девяти морских самоходных плавучих кранов пр. 02690 и приступил к его реализации. Фирма загружена заказами по 2017 г.

Л. Г. Грабовцу вручены многие правительственные награды, медали и памятные знаки, в том числе медаль ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени.

Л. Г. Грабовец — лауреат Государственной премии Правительства РФ, которая вручена ему за участие в создании головного БРК «Молния» (1998).

**Коллектив «Судостроительной фирмы «Алмаз» сердечно поздравляет Леонида Герасимовича с 65-летием и желает крепкого здоровья, творческого долголетия и больших успехов в работе.**

**Редакционный совет, редколлегия и редакция журнала «Морской вестник» поздравляют Леонида Герасимовича с юбилеем, желают ему здоровья и творческих успехов на благо отечественной промышленности ■**



**Н**а прошедшем в июле в Санкт-Петербурге IV Международном военно-морском салоне «Северная верфь» представила проект инновационного развития своих мощностей без остановки действующих производств. Речь идет о создании на основе действующего производства качественно новой производственно-технологической базы на Северо-Западе России. Результатом реализации этого проекта станет создание современного многофункционального судостроительного предприятия с потенциалом, достаточным для решения любых задач в интересах экономической и национальной безопасности России в морской и океанской зонах.



Судостроительный завод «Северная верфь» – продолжатель традиций государственного судостроительного завода им. А.А.Жданова и «Путиловской верфи», основанной в 1912 г. За 100-летнюю историю заводом построено свыше 250 боевых кораблей классов «крейсер», «эсминец», «фрегат», «сторожевой корабль», «тральщик» и более 280 коммерческих судов и гражданской морской техники для флотов различного назначения, в том числе на экспорт.

Сейчас завод является головным исполнителем гособоронзаказа на постройку приоритетных образцов новейших вооружений и военной специальной техники морских сил общего назначения ВМФ: корветов, фрегатов, судов связи и тылового обеспечения, выполняет до 75% общего объема заказов по надводному кораблестроению. Одновременно с этим завод ведет доковые ремонты и модернизацию действующего корабельного состава ВМФ, а также активно взаимодействует с «Рособоронэкспортом» в области военно-технического сотрудничества с ВМС третьих стран.

В текущем производственном задании завода на 2013–2020 гг. Министерством обороны запланированы постройка и сдача ВМФ 17 ед. современных корветов, фрегатов и специальных судов нового поколения, включая головные образцы по освоенному заводом продуктовому ряду. Впервые за постперестроечный период предприятие в 2011 г. заключило длительные контракты на строительство серий кораблей для ВМФ.

Перспективная программа обновления и наращивания морских сил общего назначения морской и океанских зон ставит на обозримый период до 2025 г. задачу оснащения ВМФ надводными кораблями этого продуктового ряда, в общей сложности до 70–80 ед., в том числе классов «корвет» пр.20380/20385/20386/ОВР и их модификаций по проектам ЦМКБ «Алмаз», фрегат пр.22350, а также эсминцев перспективного проекта разработки «Северного ПКБ».

## ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К СУДОСТРОИТЕЛЬНОМУ ПРЕДПРИЯТИЮ

*Ю.Н. Таратонов, гл. инженер ОАО «СЗ «Северная верфь»,  
контакт. тел. (812) 324 0443*

Решение такой задачи требует от завода ускоренного развития своего производственно-технологического потенциала за счет глубокой модернизации, технического перевооружения и расширения мощностей действующих производств для создания производственной базы качественно нового технологического уровня.

С этой целью на «Северной верфи» разработан стратегический план реконструкции мощностей без остановки действующего производства при непрерывном увеличении объемов сдачи кораблей в процессе реконструкции.

План реконструкции предусматривает создание на части промышленной площадки «Северной верфи» примерно в 40 га двух основных технологических потоков судостроения, архитектурно-пространственно организованных на принципах «Компакт-верфь», с прямоточной технологией процессов строительства кораблей и судов. По сути этот план является версией инвестиционного проекта «Верфи Санкт-Петербурга», разработанного ОАО «ЦТСС» в 1998 г. и адаптированного к современным условиям проектантами «IMG» (Германия) и ОАО «ЦТСС» при активном участии нашего завода.

*Первый технологический поток* – производственный комплекс специального судостроения для постройки боевых надводных кораблей и специальной морской оффшорной техники продуктового ряда, освоенного заводом при использовании двойных технологий мощностью 40 тыс. т обработки проката в год.

*Второй технологический поток* – доковый комплекс крупнотоннажного судостроения для производства перспективных объектов гражданской и военной морской техники размерениями до 325×63 м мощностью 80 тыс. т обработки проката в год.

Таким образом, стратегия развития мощностей «Северной верфи» направлена не только на создание базовых условий для ускорения реализации госпрограммы надводного кораблестроения в текущем периоде, но и в перспективе на создание принципиально новой производственно-технологической базы для образования в Санкт-Петербурге центра мегатоннажного судостроения Северо-Западного региона по производству оффшорной морской техники для освоения углеводородных месторождений на морском и арктическом шельфе в соответствии с госпрограммой «Развитие судостроения на 2013–2030 гг.», утвержденной Правительством РФ 24.12.12 г. № 2514.

### ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПЕРСПЕКТИВУ РАЗВИТИЯ

В сравнении с другими судостроительными предприятиями Санкт-Петербурга, расположенными на островах в дельте р. Невы, территория «Северной верфи» имеет выгодное географическое местоположение: на материковой части города в промышленно-портовой зоне, на побережье Финского залива у входа в Главный фарватер Морского канала порта Санкт-Петербург, в удалении от исторического центра.

Такое местоположение определяет исключительные условия и возможности для широкомасштабной реконструкции завода, а именно: круглогодичной доставки металлопроката и судового оборудования непосредственно от производителей по действующему прямому железнодорожному пути через





*Карта завода*

станцию Автово Октябрьской железной дороги на склады завода, исключая дополнительную перевалку на морской или автомобильный транспорт.

Находясь в промзоне Кировского района Санкт-Петербурга в окружении таких предприятий, как «Кировский завод», «Первомайская ТЭЦ-14», «Морской порт» и др., «Северная верфь» не окажет дополнительного экологического воздействия на прилегающие жилые кварталы, расположенные в 1,5 км от границ зоны.

При этом минимизируются затраты на выполнение экологических требований в процессе реконструкции.

Производственная деятельность «Северной верфи» полностью обеспечена социальной и транспортной инфраструктурой Кировского района, создающей все условия для работы на предприятии не менее 11,5 тыс. человек. Территория завода оснащена развитой системой энергоснабжения с резервными мощностями для проведения реконструкции без остановки производства. Магистральные сети электроснабжения и теплоснабжения находятся на балансе предприятия и напрямую подключены к шинопроводам и коллекторам «Первомайской ТЭЦ-14», что позволяет снижать стоимость энергопотребления за счет исключения из тарифов энергосбытовых организаций транспортной составляющей и минимизировать затраты на энергоснабжение расширяемых производств и цехов.

Конфигурация границ промышленной площадки имеет геометрическую форму, близкую к прямоугольной, со сторонами примерно 1,1×0,9 км и плотностью застройки, не превышающей 55% от общей площади, что делает возможным расширение действующих цехов благодаря наличию достаточно обширных свободных площадей или параллельное строительство новых объектов, не прерывая действующего производства по текущей судостроительной программе.

Достроечные набережные завода обращены в сторону выхода в Главный фарватер Морского канала большого порта Санкт-Петербурга и имеют глубину у кордона прилегающей акватории до 10 м, что позволяет уже сейчас строить суда с осадкой порожнем до 9 м.

Оперативная акватория завода в Екатерингофском бассейне находится в 1 км от входа в Главный фарватер Морского канала, по которому ведется проводка построенных кораблей и судов на «большую воду». Главный фарватер имеет проходную осадку до 11,5 м и уже сейчас может обеспечить проводку крупнотоннажных кораблей и судов, имеющих, как правило, строительную осадку до 9–9,4 м.

В перспективе по плану ФГУП «Росморпорт» концепция реконструкции Главного фарватера предусматривает расширение и углубление канала для проводки судов с осадкой до 13 м, что улучшит условия навигации крупнотоннажных судов.

## ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПРОИЗВОДСТВ ЗАВОДА

Завод «Северная верфь» имеет все виды основных производств, необходимых для сборочной верфи XXI в., в том числе корпусообработывающим, сборочно-сварочным, стапельным, трубообработывающим, деревообработывающим, малярно-изоляционным, монтажно-достроечным, а также рядом вспомогательных производств и цехов, обеспечивающих спуск кораблей с расстановкой в акватории для достройки и технически обеспечивающих строительство для всеми видами энергоресурсов.

Базовыми объектами судостроительных мощностей завода в текущий период являются:

- семипролетное здание судокорпусного производства со складом стали в составе корпусообработывающего и сборочно-сварочного производств, размещенных на едином производственном пространстве общей площадью около 24,5 тыс. м<sup>2</sup> мощностью до 18 тыс. т судокорпусных конструкций в год;

- четырехпролетный крытый эллинг площадью около 23 тыс. м<sup>2</sup> для формирования корпусов кораблей и судов максимальных размерений до 170×22,4 м, оснащенный восемью мостовыми кранами грузоподъемностью 50 т;

- прилегающее к эллингу специализированное производство комплексно-насыщенных корабельных блоков и островов корпусов длиной до 60 м. Производство оснащено коксовыми постелями, стендом укрупнения блоков массой до 600 т и кранами грузоподъемностью 100 т (3 ед.), 20 т (2 ед. с двухуровневым расположением по высоте). Блоки перемещаются единой транспортной системой судовозных путей завода;

- подъемно-спусковой комплекс в составе трансбордерного котлована около 300×130 м с трансбордерной платформой грузоподъемностью 4800 т, открытых стапелей №5, 6, оснащенных кранами в 100 т для строительства корпусов до 185×26 м и плавдоком типа «Балтика» грузоподъемностью ок. 12 000 т с доковым котлованом 17,5 м глубиной;

- система судовозных железнодорожных путей, соединяющих между собой все построечные места в эллинге и на открытых стапелях с подъемно-спусковым комплексом и плавдоком;

- «северная» и «западная» достроечные набережные протяженностью 740 пог. м. для выполнения достроечного этапа и швартовных испытаний новостроев, а также этапов ремонтных работ действующего корабельного состава ВМФ;

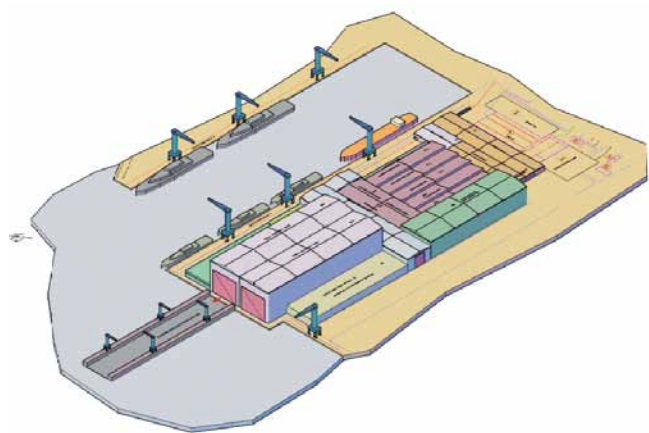
- глубоководный стенд электромагнитной обработки новостроящихся кораблей;

- здание трубообработывающего производства.

В ходе реконструкции все перечисленные выше базовые судостроительные объекты не подвергнутся сносу, а останутся в качестве опорных для сохранения технологических возможностей завода по исполнению текущей программы.

Расширение производств происходит путем строительства новых объектов, оснащаемых передовым технологическим оборудованием, на свободных земельных участках либо на территориях, высвобождающихся в результате сноса устаревших объектов, утративших актуальность.

Техническое перевооружение действующих цехов корпусной группы выполняется также без остановки производства по специально разработанному алгоритму «Технологический проект модернизации производственных мощностей I–V пролетов корпусообработывающего и сборочно-сварочных цехов 004, 007 без остановки действующего производства». Этот алгоритм позволяет наращивать объемы производства за счет параллельно-последовательного способа замены устаревшего оборудования на современное.



**План создания на части промышленной площадки завода «Северная верфь» двух основных технологических потоков**

По этому проекту все объекты судоконцентрации первого технологического потока размещаются на одной линии от действующего склада стали до кордона акватории «западной» достроечной набережной, образуя в границах единого архитектурного пространства прямоточное производство корпусов и судов из применяемого листа 2×8 м, а также широкоформатного листа размерами 3,2×12 м, организованное на принципах уже упомянутой «Компакт-верфи».

Проектом запланировано:

- техническое перевооружение существующего открытого склада стального листа формата 2×8 м с созданием крытого автоматизированного базового и расходного склада широкоформатного листа 3,2×12 м, оборудованного современной линией первичной обработки проката;

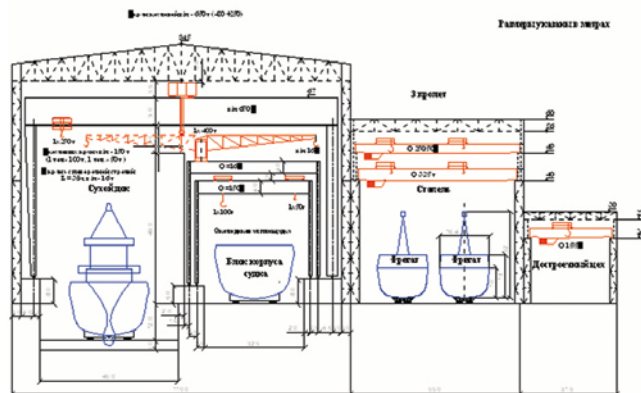
- техническое перевооружение судокорпусного производства корпусообработывающего цеха 004 и сборочно-сварочного цеха 007, предполагающее установку современного технологического оборудования (замен изношенного или устаревшего), а именно:

- машины тепловой резки листа формата 3,2×12 м,
- роботизированной линии резки профиля длиной до 12 м,
- механизированной линии по производству тавровых балок и кантователей для сборки и сварки узлов и фундаментов,
- роботизированных линий сборки/сварки микропанелей форматом до 3,2×12 м,
- механизированных линий сборки/сварки плоских и криволинейных секций,
- фрезерного оборудования для обработки кромок листов из стали алюминий-магниевого и титановых сплавов.

При этом сохраняется и эксплуатируется в заданном режиме существующие двухуровневая линия тепловой резки листа 2×8 м; оборудование механической резки; листогибочное, правильное и прессовое оборудование усилием 1600, 800, 400 и 250 т; профелегибочное оборудование UFB-4000, оборудование горячей гибки и др.

- строительство нового пролета монтажно-достроечного производства габаритами в осях 215×31,5 м со складом комплектующих изделий, оснащенного оборудованием для предмонтажной подготовки судовых механизмов и систем по технологиям модульно-агрегатного метода насыщения отдельных блоков и корпусов кораблей;

- строительство новых специализированных камер очистки, окраски и сушки секций и корпусных блоков массой до 350 т;
- строительство нового трехпролетного крытого эллинга размерами 270×165 м в осях, шириной пролетов 55 м и сухим доком 240×45 м в одном из пролетов.



**Проект сухого дока нового трехпролетного эллинга**

Сухой док нового трехпролетного эллинга предназначен для сборки тандемным или полутандемным способом крупнотоннажных боевых кораблей (классов «эсминец», ДВКД и других перспективных проектов) из предварительно насыщенных и агрегатированных блоков массой до 650 т, а также ледоколов, ледовых транспортов и другой военной и гражданской морской техники по двойным технологиям размерами до 230×40 м.

Второй и третий пролеты эллинга предназначены для ускоренного строительства серий кораблей и специальных судов поточно-позиционным методом с возможностью одновременного размещения не менее 8 ед. корпусов в двух пролетах, а также для сборки укрупненных блоков массой до 650 т.

Оба этих пролета по технологическим возможностям будут взаимозаменяемыми в зависимости от структуры и объемов производственной программы.

За счет устройства в каждом пролете нового эллинга системы рельсовых судовозных путей по всей ширине стальной плиты (по аналогии существующей системы подъемно-спускового комплекса завода) будет возможен спуск на воду из любого пролета или перемещение между пролетами корпусов массой до 10 000 т и шириной до 26 м через действующий плавдок типа «Балтика».

Таким образом, постройные места нового крытого трехпролетного эллинга «Производственного комплекса спецсудостроения» логистически будут связаны с постройными местами действующего четырехпролетного эллинга и ступеней № 5, 6 через транспортную систему передачи корпусов существующего подъемно-спускового комплекса завода. В результате появляются принципиально новые возможности, влияющие на повышение конкурентоспособности предприятия.

*Во-первых*, становится реальным гибкое реагирование на изменяющуюся конъюнктуру рынка за счет многовариантности решений по использованию постройных мест в стапельном расписании в зависимости от изменений номенклатуры заказов текущей и перспективной судостроительной программы.

*Во-вторых*, сборка новостроящихся кораблей и судов полностью переводится в крытые эллинги, что сокращает трудоемкость и сроки строительства. Высвобождаются открытые стапели №5, 6, а это означает расширение возможностей завода по доковому ремонту и агрегатной замене в период среднего ремонта действующего корабельного состава ВМФ в процессе его жизненного цикла.

Высота пролетов нового трехпролетного эллинга от горизонта стапельной плиты до гактов грузоподъемных кранов будет составлять от 40 м (во втором и третьем пролетах) и до 49 м в пролете размещения сухого дока. Это позволит собирать корабли с надстройками и башенно-мачтовыми конструкциями непосредственно в эллинге с доведением технической готовности кораблей не менее 75% перед спуском на воду, благодаря чему становится возможным начало швартовных испытаний и вселение экипажей в течение месяца с момента

спуска на воду, а также сокращение сроков нахождения кораблей у достройочной стенки.

### ФИНАНСИРОВАНИЕ ПРОЕКТА

Проект включен в ФЦП «Развитие оборонно-промышленного комплекса РФ на 2011–2020 гг.» с планируемыми началом предоставления госбюджетных ассигнований в 2016 г.

Общий объем инвестиций определен в объеме около 14 млрд. руб., в том числе около 8,5 млрд. руб. из госбюджета и 5,5 млрд. руб. из собственных средств, за счет которых должна быть разработана вся проектная документация, проведены экспертизы и одобрены Минпромторгом РФ до начала выделения в 2016 г. ассигнований на проект. По опыту эта процедура может занять от одного до полутора лет и должна стартовать не позже 2014 г.

Тем не менее работы по реализации проекта уже начаты. Готовятся рабочие площадки под монтаж линии дробеструйной очистки и грунтовки металлопроката, которая должна поступить на завод в третьем квартале 2013 г., под монтаж роботизированной линии резки профильного проката и линии сборки/сварки микропанелей, разработанных ОАО «ЦТСС» – «ИМГ» в рамках ФЦП «Развитие гражданской морской техники».

Расчеты и анализ показывают увеличение объемов сдачи кораблей в натуральном измерении с двух-трех единиц ежегодно до семи-восьми единиц, а также снижение удельной трудоемкости производства 1 т в судокорпусном производстве со 110–120 чел./ч до 15–20 чел./ч.

Расчетный срок проектирования и строительства комплекса спецсудостроения, с учетом разработки проектно-сметной документации по регламенту, установленному постановлением правительства от 16.02.2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию», составит 3,5–4 года при последовательно-параллельном проектировании, техническом перевооружении и строительстве. Окупаемость проекта, по расчетам ОАО «ЦТСС», – пять–семь лет.

### ДОВОКИЙ КОМПЛЕКС КРУПНОТОННАЖНОГО СУДОСТРОЕНИЯ

Так же как и производственный комплекс спецсудостроения, доковый комплекс второго технологического потока судостроения будет размещен на свободных земельных участках, а также на участках, высвобождаемых при сносе технологически устаревших или давно выведенных из эксплуатации заводских объектов.

Преимущество для размещения докового комплекса на заводе с сухим доком 400×70 м определяется наличием на территории площадки «Малого ковша» размерами 390×90 м, использовавшегося ранее для спусков кораблей лагом, которые строились в существующем четырехпролетном эллинге (в настоящее время засыпан морским песком в объеме 288 тыс.м<sup>3</sup>).

Сооружение сухого дока размерами 400×70 м на месте бывшей акватории «Малого ковша», бесспорно, обеспечит минимизацию стоимости и сроков его строительства благодаря простоте проведения строительно-монтажных работ, а также вторичного использования строительных материалов. Сухой док на «Малом ковше» был спроектирован ГСПИ «Союзпроектверфь» еще в 1976 г. по планам развития завода имени А.А. Жданова того времени.

Современная концепция сооружения докового комплекса крупнотоннажного судостроения на «Северной верфи» разработана также фирмой «ИМГ» и ОАО «ЦТСС» при активном участии инженерных служб завода. В состав его основных объектов входят:

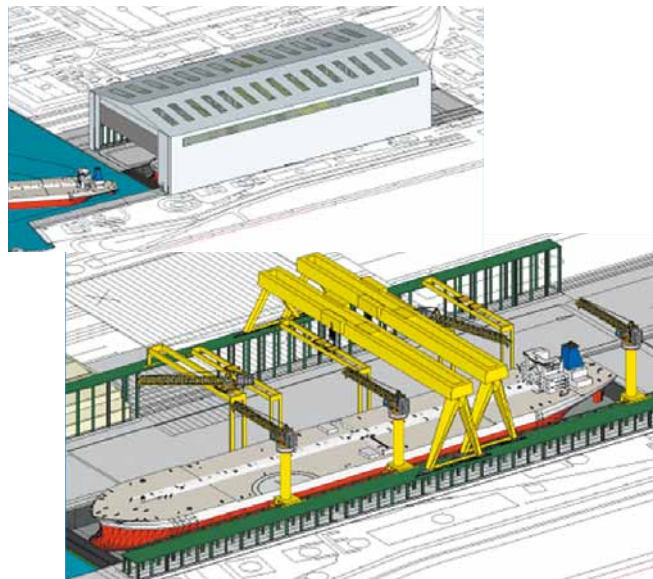
– новое здание блоку корпусообработывающего и сборочно-сварочного цехов сборки секций и блоков из широкоформатного листа 4×16 м,

– новое здание трубообрабатывающего производства труб большого диаметра из нержавеющей стали для грузовых систем СПГ,

– новые камеры очистки, окраски и сушки корпусных конструкций и блоков,

– цех по производству криогенных грузовых систем танкеров СПГ,

– крытый сухой док 400×70 м для строительства tandemным или полутандемным способом корпусов размерами до 325×63 м с околодоковой площадкой, перекрытой с доком козловыми кранами грузоподъемностью до 1100 т.



**Крытый сухой док размерами 400×70 м для строительства корпусов судов размерами до 325×63 м**

Перспективы развития мощностей ОАО «СЗ «Северная верфь» по направлениям была детально изучена специально образованной экспертной группой ОАО «Газпром» с участием специалистов Крыловского центра, «ЦНИИ ТС» и «Гипроспецгаз», которая дала положительное заключение о возможности размещения заказа ОАО «Газпром» на строительство танкеров – перевозчиков СПГ в объеме 8 ед. вместительностью 155 тыс.м<sup>3</sup> СПГ и 3 ед. вместительностью 216 тыс.м<sup>3</sup> для освоения Штокмановского газоконденсатного месторождения в случае создания докового комплекса по представленному проекту. Заключение, сделанное экспертами ОАО «Газпром», было также подтверждено специалистами «Мицуи-Мицубиси» (Япония) и «Самсунг» (Юж. Корея).

Согласно расчетам «ИМГ», в существующих условиях стоимость создания докового комплекса ориентировочно составляет ок. 450 млн. евро (20 млрд. руб.) Срок исполнения проекта – 4–4,5 года, окупаемость – до 10 лет.

Таким образом, из всех рассматриваемых за последнее время высокочрезвычайных проектов новых верфей крупнотоннажного судостроения в Северо-Западном регионе план реконструкции действующих мощностей завода «Северная верфь» с созданием крытого сухого дока 400×70 м представляется наиболее реалистичным по срокам, затратам и обеспеченным трудовыми ресурсами.

Однако, для принятия решения об инвестировании этого проекта необходимы гарантии в востребованности мощностей крупно- и мегатоннажного судостроения именно на территории России. Такими гарантиями могут стать либо государственный заказ на их создание для исполнения утвержденной Государственной программы «Развитие судостроения на 2013–2030 гг.», с адресным прикреплением заказов, либо фьючерсные контракты с основными потенциальными, подконтрольными государству заказчиками: «Роснефть», «Газпром», «Софкомфлот» и др., под програм-

мы развития которых необходима современная офшорная гражданская морская техника. При этом цена первых головных и серийных образцов до пятого включительно, заказываемая ими такой верфю, по мнению экспертов ОАО «Газпром», должна быть выше рыночной примерно на 15%, что необходимо для освоения принципиально новых технологий крупнотоннажного судостроения, впервые применяемых на российских верфях.

Представленные концепция и стратегия реконструкции мощностей «СЗ «Северная верфь» с разделением векторов развития на два основных технологических потока или две «Компакт-верфи» – военного кораблестроения

и гражданского судостроения – оригинальна, поскольку может воплощаться последовательно по потокам (этапам) или последовательно-параллельно одновременно по двум технологическим потокам (этапам) в зависимости от целевых задач по конкретному продуктовому ряду. При этом организационно-технологически не будет иметь значение, какая из «Компакт-верфей» будет создана в первоочередном порядке. *Главное* – появляется в России качественно новая производственно-технологическая база на действующем предприятии, позволяющая постоянное увеличение объемов выпуска продукции в процессе реконструкции и выход на проектную мощность к моменту ее завершения. ■

**Д**есять лет назад было положено начало документальному оформлению отмены действовавшей системы плановых заводских ремонтов, в этот же период произошли существенные изменения в органах управления эксплуатацией, техническим обслуживанием и ремонтом (ТО и Р) кораблей и судов ВМФ.

В результате этих преобразований сложилась ситуация, при которой возникла возможность употребления терминологии, позволяющей каждому из участников процесса ТО и Р использовать удобные для себя трактовки тех или иных процессов. Рассмотрим некоторые примеры «серых» зон, возникающих из-за отсутствия или нечеткости нормативных понятий.

1. С временным переходом от системы плановых заводских ремонтов корабельной техники появилось в обороте словосочетание «восстановление технической готовности» (ВТГ).

Технической готовностью судоремонтное предприятие традиционно обозначало объем выполненных работ от объема заявленных. Единицей измерения в этом случае были проценты.

Корабельный устав ВМФ в главе «Обеспечение технической готовности» трактует *техническую готовность корабля* как готовность к использованию по назначению корпуса, оружия и технических средств корабля, средств борьбы за его живучесть. Она характеризуется состоянием уровней физических полей, определяющих защищенность корабля и его скрытность, укомплектованностью оборудованием, ЗИП и материально-техническими средствами.

Техническая готовность корабля обеспечивается исправностью и грамотной эксплуатацией его корпуса, оружия и технических средств в соответствии с эксплуатационной документацией, в том числе своевременным и качественным проведением технических обслуживаний установленных видов и периодичности, ремонта корабля. Виды ТО корпуса, оружия и технических средств, ремонта корабля, периодичность и продолжи-

## О ТЕРМИНОЛОГИИ В СФЕРЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ ВМФ

*Г.Н. Муру, канд. техн. наук, генеральный директор ОАО «51 ЦКТИС», контакт. тел. (812) 315 4945*

тельность их проведения устанавливается эксплуатационной документацией и руководящими документами ВМФ.

Для судовладельца техническая готовность – время до возможного начала использования техники по назначению, измеряемая в часах.

Таким образом, смысл восстановления часов или процентов, как и физические критерии ВТГ сомнительны.

При введении в оборот ВТГ предполагалось узаконить отход от ГОСТированных определений среднего и текущего ремонта, которые предполагают объемы и сроки работ. При этом стала преобладать позиция, в соответствии с которой ремонт по техническому состоянию в рамках «отдельных работ» или «поддерживающего ремонта» невозможно финансово обеспечить. Это позволило в условиях критического дефицита потребного финансирования сохранять определенную боеспособность корабельного состава и средств обеспечения.

Сегодня в ходе повседневной деятельности в документах ВТГ определяется уже как устанавливаемый вид ремонта. Результатом этого нововведения стало возможно одной стороне «что-то заказать», а другой стороне «что-то сделать».

Состав работ, нормативные (проектные) трудоемкость и сроки выполнения работ, восстановление ресурса при ВТГ в отличие от любого вида ремонта нигде не определены. Этим в том числе объясняются проблемы при согласовании цен и сроков ВТГ между Министерством обороны России и Исполнителями.

2. Развитие этих новаций нашло свое отражение в процедуре продления меж-

ремонтных сроков (МРС) и полных сроков службы как отдельных изделий, так и кораблей и судов в целом.

Нередко нормативные документы требуют принудительно выводить из эксплуатации вполне работоспособную технику, которая выслужила назначенные сроки службы (до ремонта или полный). При этом она имеет запас ресурса и не относится к технике, отказ которой с большой вероятностью приводит к катастрофическим последствиям, т.е. назначенные показатели были установлены ей ошибочно.

ГОСТ РВ 15.702 устанавливает процедуру продления назначенных показателей долговечности военной техники. Назначенные показатели – те, после достижения конечных значений которых, техника должна выводиться из эксплуатации независимо от ее технического состояния, даже если она полностью исправна.

Распространяется это положение только на технику, отказ или переход которой в предельное состояние в процессе эксплуатации может привести к катастрофическим последствиям: угрозе жизни, здоровью людей, гибели корабля и т.п.

Для остальной техники стандартами предписано устанавливать «обычные» ресурс и срок службы (и то не всегда), которые не требуют автоматического прекращения эксплуатации по достижении конечных значений этих показателей при исправности или работоспособности изделий. Более того, для изделий общего назначения рекомендуется устанавливать средний ресурс и средний срок службы, т.е. этим величинам придается ориентировочное значение.

На этапе создания техники надежность, видимо, представляется как нечто виртуальное. Поэтому нередко в ТТЗ необоснованно прописываются назначенные, а не обычные показатели надежности, которые автоматически переносятся в технические условия (ТУ) на изделие.

В качестве одного из многочисленных примеров рассмотрим показатели надежности валопроводов кораблей пр. 956 и пр. 1164. Конструктивно они однотипные и имеют большую степень унификации (ТУ на средний ремонт – общие). При этом для валопровода пр. 956 установлены назначенные показатели (назначенный срок службы до среднего ремонта – 12 лет, полный назначенный срок службы – 25 лет), а для пр. 1164 – «обычные» (срок службы до среднего ремонта – 10 лет, полный срок службы – 25 лет).

Еще большую «ясность» в этот вопрос внесла новая редакция ГОСТ Р 27.002–2009 «Надежность в технике. Термины и определения». Термин «назначенный» показатель надежности в нем исключен для соотнесения российских и международных документов, что, в свою очередь, привело к противоречию переизданного документа с рядом ГОСТ и ТУ на поставку оборудования. Справедливости ради надо признать, что действие этого ГОСТ в редакции 2009 г. приостановлено.

3. Решения о продлении показателей долговечности сегодня принимаются по результатам освидетельствования. Для кораблей и судов ВМФ не существует нормативной базы, которая устанавливала бы организацию, виды, объемы и периодичность их освидетельствования. Разработка такой нормативной базы – достаточно трудоемкая и непростая задача. Просто взять и переработать ДВИЕ.360090.001 под название новой структуры управления явно недостаточно. Необходимо изучить опыт гражданского флота в этой области, рассмотреть, насколько возможно здесь использовать опыт и наработки (документы) Российского Морского Регистра судоходства.

Можно предположить, что в случае глубокого изучения опыта гражданского флота подход ВМФ к процедуре продления сроков службы серьезно изменится. Сегодня ситуацию с продлением сроков службы кораблей представляют таким образом, будто корабли до достижения полного срока службы по определению исправны и никакого освидетельствования не требуют. При достижении же этой границы корабли как бы скачкообразно переходят в такое состояние, когда для их дальнейшей эксплуатации нужно вводить специальную процедуру освидетельствования, а сама эксплуатация может быть разрешена лишь при поло-

жительных результатов такой процедуры. Понятно, что техническое состояние корабля вовсе не связано жестко с его сроком службы.

В отличие от ВМФ освидетельствование гражданского морского флота осуществляется в течение всего периода их эксплуатации, а не только по истечении сроков службы или МРС, с возрастом изменяются лишь периодичность и объемы освидетельствования. Можно утверждать, что такая практика более разумна, поэтому освидетельствование кораблей и судов ВМФ также целесообразно проводить не «одноразово» при продлении полного или МРС службы, как это делается сейчас, а на регулярной основе в течение всего срока службы корабля или судна. Для выполнения данных условий, наверное, необходимо создание независимого от судовладельца (ВМФ) органа надзора за техническим состоянием кораблей и судов ВМФ или делегирование этих полномочий Российскому Морскому Регистру судоходства.

Понятие «освидетельствование» применяется сегодня зачастую не только к кораблю (судну) в целом, но и к отдельным образцам оборудования.

Недавно я был свидетелем того, как командир БЧ-5 крупного надводного корабля отказался рассматривать акт освидетельствования оборудования, так как он заказывал дефектацию. С ним трудно не согласиться. «Положение по дефектации материальной части кораблей и судов ВМФ...» существует, а по освидетельствованию нет.

Неоднозначность терминологии сегодня вынуждает оформлять процедуру продления показателей долговечности изделий даже в том случае, если в ходе «восстановления технической готовности с продлением МРС» изделию произведен средний ремонт.

Выполнение ремонта является восстановлением ресурса, и оформлять процедуру продления отремонтированной технике избыточно.

4. Понятие «сервисное обслуживание» введенное в оборот для вооружения и военной техники РФ в 2010 г. не реализовано в ВМФ в полной мере, так как подразумевали авторы этой концепции.

Часть работ в рамках сервисного обслуживания де-факто выходят за рамки сервиса (ТО и устранения неисправностей, как мы его понимаем) и относятся к различным видам ремонта. Большинство объектов сервисного обслуживания превысили МРС.

Попытки ввести терминологические определения этого вида деятельности в рамках Координационного научно-технического совета (КНТС) 1 ЦНИИ и 51 ЦКТИС, Положения

НЯДИ.000.0420.00.029 (НИИПТБ «Онега») Министерства обороны России были согласованы, но не введены в действие. Нормативная документация по обеспечению ТО, ремонта и продления МРС требуют срочной актуализации по трехлетнему опыту работ.

Нечеткость используемого понятия «сервисное обслуживание» станет очевиднее, когда мы предложим поставщикам импортного оборудования предоставить необходимую нам документацию на этот вид деятельности. Перевод этого словосочетания на интернациональный английский язык вызовет непреодолимые трудности.

Необходимо отметить, что, согласно ГОСТ, каждое понятие имеет стандартизированный термин, а применение терминов-синонимов запрещается.

В соответствии с приказом главкома ВМФ в случае реализации заводом-изготовителем продукции, произведенной с отступлениями от стандартов и технических условий вся сумма полученной предприятием прибыли за эту продукцию изымается в доход бюджета и не включается в отчетные данные завода о выполнении плана по реализации продукции и прибыли.

Опыт свидетельствует, что термины, используемые всеми сторонами ТО и Р, должны иметь абсолютно однозначный смысл.

Установление показателей надежности должно быть централизовано упорядочено и обосновано. В условиях эксплуатации по техническому состоянию межремонтные периоды могут и должны назначаться индивидуально, с введением понятия «индивидуальный ресурс» до ближайшего ремонта или других профилактических мероприятий.

Сопровождение изготовителем высокотехнологичной продукции на всех этапах ее жизненного цикла невозможно без ясной модели использования, четко сформулированной системы эксплуатации, ТО и Р.

Несмотря на усилия ВПК, Минпромторга, «ОСК» и Минобороны, при решении накопленных проблем не будет значительных позитивных сдвигов, если не определить полномочный орган, который будет отвечать за формирование и реализацию единой технической политики.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Муру Г.Н.* Условия эффективного функционирования системы технического обслуживания и ремонта морской техники // Морской вестник. – 2011. – №4.
2. *Он же.* Проектирование системы технического обслуживания и ремонта как основа сопровождения жизненного цикла корабля. – Докл. на РЛМ ФОРУМ IMDS–2013. «Управление жизненным циклом изделия судостроения. Информационная поддержка». ■

Конечно, речь пойдет не о городах и уровнях жизни в них, а о судах, ледоколах, точнее о серии дизель-электроходов пр. 21900.

Обратимся к истории неатомного ледокольного флота для того, чтобы лучше понять его сегодняшнее состояние, возможности развития или даже возрождения. Как известно, действующий в России флот дизельных ледоколов был построен в основном в 70-х–начале 80-х гг. XX в. на зарубежных верфях. Одним из первых мощных дизель-электроходов, пришедших на смену паровым ледоколам, были суда финской постройки типа «Москва» («Ленинград», «Киев», «Мурманск», «Владивосток»), которые начали вводить в эксплуатацию с 1960 г. Все перечисленные ледоколы отработали свой ресурс и на сегодня выведены из состава действующего флота. Лишь отечественные портовые ледоколы «Крузенштерн», «Семен Дежнев» и «Юрий Лясинский» (пр. 97), построенные на «Адмиралтейских верфях» практически в те же годы, работают на Балтике до сих пор.

Действующие сегодня ледоколы федеральной собственности мощностью 10 МВт и выше все построены в Финляндии и имеют срок эксплуатации от 31 до 39 лет. Техническая изношенность ледоколов велика. Для сокращения дефицита дизельных ледоколов судостроители вынуждены проводить мероприятия по продлению сроков их службы.

В такой обстановке частные компании и акционерные общества в последние годы начали активно обзаводиться собственным ледокольным флотом. И государство, понимая, что «ледокольная пауза», о которой постоянно все говорят, становится реальностью, приняло решение о возрождении ледокольного флота на этот раз собственными силами.

2008 г. стал знаменательным в истории отечественного ледоколостроения. Сначала был передан заказчику атомход «50 лет Победы», вслед за ним прошел ходовые испытания дизель-электрический ледокол для Балтийского моря «Москва» и был спущен на воду со стапелей Балтийского завода второй ледокол этой серии пр. 21900 «Санкт-Петербург». Эти события, конечно, положительным образом сказались на судоходстве в зимний период, однако при нынешних темпах развития портов на Балтике ощущается общая нехватка буксиров и ледоколов. А суровая зима 2010/2011 гг. со сложной ледовой обстановкой обострила проблему ледовой проводки судов в замерзающие порты Балтики. Как известно, в ту зиму одновременно до 180 судов ожидали помощи ледоколов. Сложившиеся погодные условия привели и к первому случаю использования атомного ледокола «Вайгач» в Балтийском море. И тогда на правительственном уровне было принято решение продолжить строительство с 2012 г. серии из трех единиц 16-мегаватных ледоколов. Проекту присвоили номер 21900М, а суда будут названы в честь российских городов «Новороссийск», «Мурманск» и «Владивосток». Проследивается некая преемственность той «московской» серии из 60-х гг., но отечественного исполнения.

В наши дни отечественные научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки в области ледоколостроения и постройки судов для эксплуатации в ледовых условиях находятся на передовом уровне. В стране есть проектно-конструкторские бюро, способные разработать самые современные проекты ледоколов, и есть верфи, готовые их построить. Таким образом, Россия обладает потенциалом, позволяющим сохранить ледокольный флот. Первым шагом на этом пути, как уже отмечалось выше, было строительство почти после 40-летнего перерыва ледоколов «Москва» и «Санкт-Петербург». Они в целом хорошо себя показали в работе, а заложенные в них технические решения позволяли решать любые задачи на Балтике по прямому назначению.

## ПОЧЕМУ «ВЛАДИВОСТОК», «МУРМАНСК» И «НОВОРОССИЙСК» НЕ «МОСКВА» И «САНКТ-ПЕТЕРБУРГ»?

**С.А. Милавин**, зам. генерального директора по проектной работе – главный конструктор проектов ОАО КБ «Вымпел»,  
контакт. тел. +7 (831) 412 4427

Однако, несмотря на это, серия судов пр. 21900 дальше не пошла. Появился новый модернизированный пр. 21900М. Каковы причины этой модернизации? Сорокалетняя пауза в ледоколостроении и общий спад в судостроении не могли не сказаться на строительстве головного ледокола пр. 21900. Опыт постройки 16-мегаватных ледоколов, их сдачи, испытаний и двухлетней эксплуатации выявил целый ряд недостатков, эксплуатационники высказали свои пожелания, что не позволило продолжить строительство ледоколов пр. 21900 без существенной модернизации. Рассмотрим эти причины модернизации подробнее.

Во-первых, конечно, – это учет требований национальных и международных правил, которые постоянно уточняются, как правило, в сторону ужесточения. И любой, даже годовой, перерыв в строительстве требует анализа проекта на соответствие новым правилам. Но надо прямо сказать, что революционных изменений в требованиях надзорных органов к ледоколам, кардинально влияющих на конструкцию судна, в последние годы не произошло. Необходимость анализа и выполнения действующих правил основной причиной модернизации ледокола назвать нельзя.

Во-вторых, если не рассматривать финансовые и политические вопросы, которые в определенные моменты являются определяющими, и вернуться к технике вопроса, то надо сказать, что необходимость устранения конструктивных и технических ошибок и недочетов – основная причина модернизации. Все вопросы и пожелания к пр. 21900 можно разделить на три большие группы:

- первая группа* – понижение шума, вибрации и создание комфортных условий для экипажа;
- вторая группа* – обеспечение надежной работы оборудования и запасов мощности энергетической установки (ЭУ);
- третья группа* – современный внешний вид и коммерческая привлекательность.

Вопросы и пожелания к конструкции ледокола у эксплуатационщиков начали возникать во время строительства, существенно возросли при сдаче и испытаниях и окончательно сформировались после двухгодичной эксплуатации.

В течение 2011 г. проектант, разработчик технического проекта – ЦКБ «Балтсудопроект» (подразделение Крыловского научного центра) – провел целый ряд встреч с экипажами ледоколов «Москва» и «Санкт-Петербург», сотрудниками ФГУП «Росморпорт», в чьем ведении находятся ледоколы, где в режиме открытого диалога были рассмотрены все вопросы, пожелания и претензии к проектам ледоколов и совместно найдены пути их решения. Результатом этого диалога стало техническое задание по изменению пр. 21900. Требования задания позволили разработать новый технический проект ледокола пр. 21900М с учетом недостатков предыдущего проекта.

Если не рассматривать вопросы ледопроеходимости, которые для своего класса ледоколов обеспечивал нормально, то в рамках обозначенных трех групп вопросов пришлось затронуть пять районов судна (рис. 1, 2), а именно:

- палубы бака и устройства на ней;
- рулевая рубка с надстройкой и конструкция мачты;
- расположение и габариты дымовой трубы;
- расположение и конструкция вертолетной площадки;
- кормовая оконечность, буксировка и перевозка грузов.



Рис. 1



Рис. 2

Разберем эти группы вопросов подробнее. Начнем с вибрации. В период проведения ходовых испытаний измерялись уровни ходовой вибрации корпуса и корпусных конструкций. Анализ результатов измерений показал, что уровни ходовой вибрации корпуса и корпусных конструкций не превышают норм Российского Морского Регистра судоходства (РМРС). Однако по результатам эксплуатации ледоколов «Москва» и «Санкт-Петербург» был выявлен повышенный уровень вибрации механизмов и приборов во время работы судна, что стало причиной отказов, неисправностей, поломок оборудования и конструкций, отдельных случаев «блокаут» системы энергообеспечения, создания дискомфортных условий для обитания экипажа. Заказчик судна обратил внимание на то, что даже при выполнении норм Санитарных Правил и Правил РМРС, уровни шума и вибрации для комфортного пребывания экипажа и нормальной работы механизмов должны быть ниже. При детальном анализе конструкции корпуса пр. 21900 было определено, что имеются два существенных недостатка. Это, в первую очередь, слабая конструкция платформы в МО, на которой располагаются энергетика и надстройка судна, опирающаяся лобовой стенкой на палубное перекрытие и не имеющая под собой опоры в виде поперечной переборки.

По итогам всестороннего анализа конструкции корпуса для снижения уровней вибрации судна при модернизации проекта предприняты следующие меры (рис. 3–6):

Для снижения структурной вибрации, вызванной работой главных дизель-генераторов:

- 1) увеличена жесткость корпуса в районе МКО путем установки от второго дна до платформы продольной и трех поперечных переборок с вырезами для проходов, соединенных с бортами судна, т.е. был создан жесткий замкнутый контур;
- 2) установлены дополнительные пиллерсы под стояночные дизель-генераторы;

3) подкреплены продольные переборки в помещениях гребных электродвигателей;

- 4) установлены четыре однотипных главных дизель-генератора на раму с проведением центровки и уравниваемости, перед поставкой, снизив тем самым возмущающую силу, вызывающую вибрацию.

Для снижения ходовой вибрации:

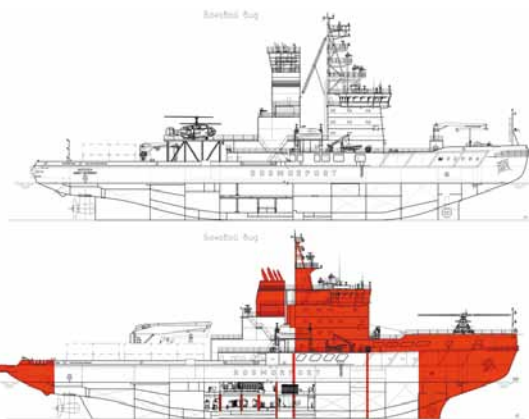


Рис. 3



Рис. 4

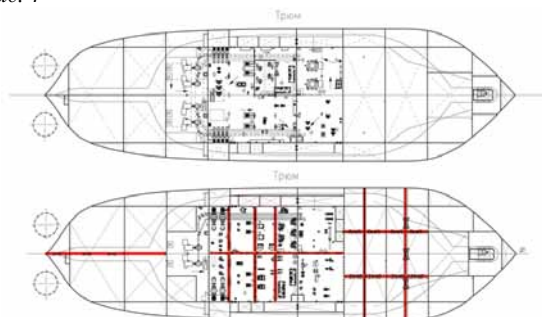


Рис. 5

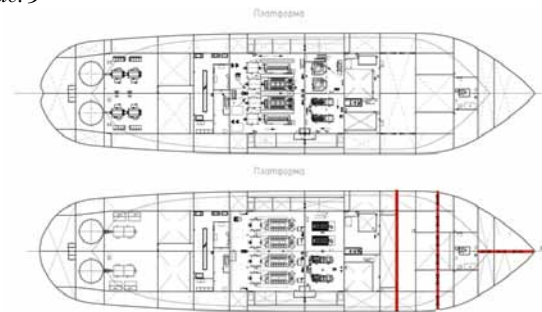


Рис. 6

- 1) усилены носовая и кормовая оконечности судна за счет увеличения толщины обшивки;
  - 2) локально изменены обводы кормовой оконечности судна и характеристики гребных винтов;
  - 3) за счет повышения мощности силовой энергетической установки была снижена нагрузка на винт при заданной ледопроеходимости;
  - 4) установлены отбойные переборки в балластных цистернах.
- Для снижения вибрации, вызванной работой судна во льдах:
- 1) повышена жесткость ярусов надстройки и изменена конструкция фок и грот-мачт;
  - 2) надстройка оперта на поперечные переборки и борта судна;
  - 3) увеличена высота и толщина рамного набора крыши рулевой рубки.

Выполненные конструктивные решения, подтвержденные расчетами, позволят существенно снизить уровень вибрации на модернизированном судне.

И последнее, что хотелось бы сказать о вибрации ледокола «Москва» – это то, что для ее снижения во время строительства было дополнительно привнесено в корпус порядка 120 т металла. Это было сделано во время швартовых испытаний, а значит, на окрашенном и заизолированном корпусе со всеми вытекающими последствиями по трудоемкости и стоимости этих работ.

Из-за вибрации возникали проблемы с комфортным пребыванием экипажа на борту. В частности, были жалобы на тесноту кают и холод в них. На пр. 21900М повышена комфортабельность кают, увеличены ширины проходов и коридоров и выполнено одно из требований экипажей, эксплуатирующих ледокол, – надстройку оборудовали грузопассажирским лифтом.

Вторая группа вопросов к проекту – это *надежность работы оборудования и обеспечение запасов мощности ЭУ*. По результатам двухгодичной эксплуатации ледоколов заказчик пришел к выводу о необходимости увеличения запаса мощности ЭУ. В тяжелых ледовых условия оборудование ЭУ зачастую работало на режимах, близких к предельным. Для того чтобы работа проходила в номинальном режиме, а у судоводителя имелся к тому же еще и запас мощности на винтах, было решено увеличить мощность как двигателей, так и движителей.

Такое решение вкпе с уменьшением вибрации должно положительно сказаться и на надежности, и на увеличении моторесурса оборудования, так как к надежности оборудования было много претензий. В частности, выходила из строя система разворота ВРК и отмечались протечки масла в устройстве уплотнения гребного винта, а также отказы силовой части электрооборудования и системы управления.

*Третья группа вопросов* к проекту – это *создание современного экстерьера и коммерческой привлекательности*. После выполнения в зимний период своих прямых функций на Балтике ледокол должен продолжать работать (зарабатывать деньги), т.е. работать на нашем Севере или в международных водах, в частности, в Гренландии и у Шпицбергена. Для этого

экстерьер ледокола должен быть более современным, а коммерческая составляющая его функциональных возможностей значительно расширена и оптимизирована. Так, отмечалось, что ошибочно на ледоколе был введен водолазный комплекс, излишней оказалась функция сбора разлива нефти, не оправдывал себя мощный противопожарный класс.

Пр. 21900 не предусматривал перевозку увеличенного числа людей на борту. Был ограничен прием современных средних многоцелевых вертолетов. Кормовая оконечность не позволяла буксировать за собой транспортные суда с бульбовыми носовыми оконечностями. Ледокол имел недостаточную площадь палубы, предназначенной для перевозки груза. И наконец, главная претензия к ледоколу – низкая автономность по топливу. Каждые 20 дней во время работы по ледовой проводке судно вынуждено бункероваться и терять два-три дня работы. На пр. 21900М удалось довести автономность судна по топливу до 40 сут., более рационально разместив топливные цистерны в том же корпусе.

Перечень замечаний, выявленных государственной комиссией в период ходовых испытаний ледокола «Москва» (29 октября–1 ноября 2008 г.) содержит более 400 записей, 62 из них, не относящихся к техническому исполнению заводо-строителя, пришлось учесть в пр. 21900М. Большая их часть была предписана для выполнения в техническом задании.

Таким образом, в строительстве серии 16-мегаватных ледоколов вынужденно пришлось сделать паузу. Были потрачены деньги и время на создание нового технического задания, затем на разработку на его базе нового технического проекта, а с учетом изменившихся требований РМРС к объему разрабатываемой и представляемой на одобрение проектной документации, привязанной к реальному (устанавливаемому на судне) комплектующему оборудованию, еще и на дополнительную стадию проектирования – подготовку документации для постройки.

После «лечения» пр. 21900 становится ясно, почему «Владивосток», «Мурманск» и «Новороссийск» будут сильно отличаться от «Москвы» и «Санкт-Петербурга». Будем надеяться, что пр. 21900М станет продолжением славной традиции ледоколостроения и послужит возрождением отечественной школы проектирования и строительства ледоколов. ■

*Что имеем – не храним,  
Потерявши – плачем!*

**Б**ез универсальных десантных кораблей (УДК), способных нести летательные аппараты различного назначения, морскую пехоту и десантные катера, немислимы действия в рамках концепции «флот против берега», предусматривающей наличие достаточно многочисленной и хорошо вооруженной морской пехоты.

Концепция УДК родилась в США в годы вьетнамской войны, когда ВМС столкнулись с проблемой координации действий разнородных десантных кораблей, осуществлявших высадку десанта. Все они исполняли разные функции: корабли-доки несли высадочные средства, танкодесантные корабли перевозили наземную технику. Морская пехота располагалась на других кораблях, а ее перевозкой занимались вертолеты, базировавшиеся на десантных вертолетоносцах, перестроенных из устаревших авианосцев типа «Эссекс». Кроме того, флот

столкнулся с проблемой координации действий морской пехоты на берегу.

Помимо этого требовалось удалить десантные корабли от зоны высадки чтобы обезопасить их от воздействия береговых батарей. Оптимальной была сочтена дистанция в 140–180 каб (около 30 км). При этом время высадки по-прежнему не должно было превышать полчаса, чтобы противник не успел подтянуть резервы. В результате потребовалось создание скоростных десантных катеров, в том числе на воздушной подушке, способных быстро доставлять к берегу тяжелую технику, включая танки.

Ярким примером современного УДК являются находящиеся в строю ВМС

США корабли типа «Тарава», «Уосп» и перспективные «Америка». Эти корабли водоизмещением от 34 тыс. т («Тарава») до 45 тыс. т. (строящаяся «Америка») по размерам и облику примерно соответствуют тяжелым авианосцам времен Второй мировой и представляют собой многофункциональные платформы, обеспечивающие высадку и действия крупных подразделений морской пехоты. Они могут нести полностью укомплектованный экспедиционный батальон морской пехоты, до 40 летательных аппаратов, включая тяжелые вертолеты, боевые вертолеты и истребители вертикального или укороченного взлета. Кроме того, УДК имеют док-камеры, которые могут

## УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ДЕСАНТНЫЕ КАРАБЛИ ОБЗОР И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

**В.С. Казённов**, канд. техн. наук, капитан 1 ранга,  
начальник группы отдела Управления кораблестроения ВМФ,  
контакт. тел. +7 916 635 3105, +7 921 9425010



вместить от двух до восьми (в зависимости от размера) десантных кораблей на воздушной подушке грузоподъемностью от 30 до 200 т либо большее количество более мелких десантных катеров грузоподъемностью в несколько тонн.

Такие корабли способны не только высаживать десант, но и поддерживать его с воздуха, а при участии боевых кораблей с ракетным и артиллерийским вооружением становятся ядром экспедиционной ударной группы, способной самостоятельно вести небольшую войну.

Рассмотрим наиболее известные проекты УДК, которые нашли свое применение в составе военно-морских флотов.

### **УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ДЕСАНТНЫЕ КОРАБЛИ ТИПА «WASP» («УОСП»)**

Основным предназначением УДК типа «Уосп» считается транспортировка морем и высадка на необорудованное побережье укомплектованного (включая боевую технику и средства материально-технического обеспечения) экспедиционного батальона морской пехоты (около 2 тыс. человек), управление силами высадки, оказание авиационной поддержки десанту и эвакуация раненых. Для этого используются три десантных катера на воздушной подушке LCAC, а также смешанная авиагруппа в составе шести истребителей-штурмовиков AV-8B «Харриер-2» и до 36 вертолетов различного назначения (транспортно-десантные SH-46E «Си Найт», SH-53E «Супер Стэльен», SH-53D «Си Стэльен», многоцелевые UH-1N «Ирокез» и огневой поддержки AH-1T «Си Кобра»). Проектом корабля предусмотрена возможность изменения состава авиагруппы в широком диапазоне, а также использования противолодочных вертолетов SH-60B «Си Хок» системы ЛЭМПС Mk3. Исходя из этого, УДК типа «Уосп» предполагается привлекать для поиска и уничтожения подводных лодок, защиты морских коммуникаций и эскортирования важных конвоев. В зависимости от поставленной задачи и условий обстановки он может нести преимущественно противолодочные вертолеты или самолеты «Харриер-2» (до 28 ед.), а в дальнейшем F-35B.

При проектировании УДК «Уосп» за основу был принят технический проект предыдущего УДК (типа «Тарава»), в который внесен ряд изменений в соответствии с требованиями увеличения авиационной группы и возможности в широких пределах варьировать ее состав. Общая длина корабля увеличена на 7,3 м, ширина осталась без изменений, что позволяет проходить Панамский канал при

передислокации корабля. Несколько уменьшена общая площадь парковых зон для гусеничной и колесной техники и соответственно увеличены размеры ангара, мастерские оборудованы для обслуживания большого количества самолетов и вертолетов.

Заново была спроектирована кормовая часть корабля, что связано с применением десантных катеров на воздушной подушке. Эти катера могут входить через открытые ворота в сухую доковую камеру, а для обычных водоизмещающих катеров предусмотрено ее затопление путем заполнения балластных цистерн.

Одним из ключевых изменений проекта считается уменьшение размеров островной надстройки на полетной палубе за счет переноса из нее боевого информационного центра и рубки связи во внутренние защищенные помещения, что в значительной степени повысит живучесть системы управления и связи корабля.

В проекте корабля сохранена паротурбинная главная энергетическая установка (ГЭУ), размещенная в двух машинных отделениях, которые разделены отсеком вспомогательных механизмов. В каждом машинном отделении находятся паровой котел V2M-VS и турбина мощностью 35 000 л.с. с понижающим редуктором. УДК типа «Уосп» – единственные корабли, которые строятся в настоящее время в ВМС США с паросиловыми энергетическими установками.

В целях возможного снижения стоимости эксплуатации и обслуживания, а также унификации элементов ГЭУ с другими кораблями ВМС США прорабатывается и оценивается экономическая целесообразность применения на УДК газотурбинной ГЭУ.

В ходе работы над проектом фирма «Дженерал электрик» предложила использовать четыре серийных газотурбинных двигателя LM2500, которые в настоящее время установлены на эскадренных миноносцах УРО типа «Орли Берк», крейсерах УРО «Тикондерога», эскадренных миноносцах «Спрюенс» и фрегатах УРО «Оливер Х. Пери». Предложенные изменения реализованы на восьмом корабле серии «Makin Island» (LHD-8).

Мощность ГЭУ GE-LM2500 – 70 000 л.с. (2×35 000 л.с.), максимальная скорость – 22 уз.

### **УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ДЕСАНТНЫЕ КОРАБЛИ ТИПА «OCEAN» («ОУШЕН»)**

В состав британского Королевского флота входит УДК «Оушен».

Имея несколько меньшие размеры (водоизмещение чуть больше 20 тыс. т), он, тем не менее, обладает

всеми элементами, присущими американским УДК и несет до 830 морских пехотинцев, 18 вертолетов (16 – EH-101 «Мерлин», 6 – «Линкс»), предусмотрено базирование 15 самолетов «Харриер-2», 4 десантных катера LCVP, до 40 ед. бронетехники. Правда, этот УДК уступает американским кораблям в скорости – 18 уз против 24–25.

Энергетическая установка дизельная: два средне-оборотных двигателя «Crossley Pielstick» 16 PC2.6 V 200 мощностью 23 904 л.с., каждый работает на независимый валопровод с пятилопастным ВФШ. Имеется носовое подруливающее устройство мощностью 450 кВт, производитель – «KaMeWa».

Необходимость создания таких боевых единиц для развития океанского флота нашло свое понимание и в нашей стране. В СССР велась активная разработка УДК про. 11780, и даже были заказаны «Черноморскому судостроительному заводу» (г. Николаев) два корабля этого проекта – «Кременчуг» и «Херсон», однако из-за распада страны они не были введены в строй.

По своим ТТХ корабли пр. 11780 представляют среднее между «Оушеном» и «Таравами».

### **УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ДЕСАНТНЫЙ КОРАБЛЬ ПР. 11780**

Корабли пр. 11780 имели водоизмещение около 25 000 т. Они должны были нести до двух батальонов морской пехоты (1000 человек).

В противолодочном варианте корабль должен был нести 25 вертолетов «Ка-27», в десантном варианте – 12 транспортно-боевых вертолетов «Ка-29». В доковой камере – четыре десантных катера пр. 1176 или два десантных катера на воздушной подушке пр. 1206.

Данный проект выгодно отличался от своих западных «одноклассников». Советские конструкторы изначально заложили в проект мощную энергетическую установку, позволяющую развивать ход до 30 уз, и более мощное вооружение, включая ЗРК средней дальности и артиллерийскую установку АК-130, что значительно повышало живучесть корабля и его возможности по поддержке десанта. Следует также отметить, что высокая скорость позволяла использовать корабль пр. 11780 в качестве противолодочного. При небольшой переделке проекта с монтажом трамплинной палубы эти УДК могли бы нести шесть – восемь истребителей «МиГ-29К», обеспечивающих ПВО соединения.

В проекте были предусмотрены следующие варианты энергетической установки:

1) котлотурбинная энергетическая установка, состоящая из двух ГТЗА-674 мощностью по 50 тыс. л.с.; четырех главных котлов типа КВГ-4; паротурбогенераторов типа АК-1,5; дизель-генераторов типа 7-9ДГ (ДГР2А 1600/750); вспомогательных котлов типа КВВА-12/28.

Скорость – около 30 уз.

2) газотурбинная энергетическая установка, состоящая из двух ГГТА М-36 мощностью по 45 тыс. л.с.

В состав одного ГГТА входят два всережимных реверсивных газотурбинных двигателя ДТ59 и неревверсивный редуктор РГ54 со звукоизолирующей муфтой.

Дизель-генераторы типа 7-9ДГ; вспомогательные котлы типа КАВ.В 16/7.

Скорость – около 23 уз.

### УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ДЕСАНТНЫЙ КОРАБЛЬ ТИПА «МИСТРАЛЬ»

Еще одной страной, построившей для своего флота УДК, стала Франция, в состав ВМС которой в 2005 г. вошел УДК «Мистраль».

Корабль полным водоизмещением 21 300 т классифицируется во Франции как *batiment de projection et de commandement* (ВРС) – корабль управления и проекции силы. Они оптимизированы для современных экспедиционных операций, не предусматривающих ведения интенсивных боевых действий. Не столь дорогостоящие и тяжеловооруженные, как американские УДК, «Мистраль», тем не менее, обладают очень большими возможностями по несению длительной боевой службы в удаленных районах океана, будучи в постоянной готовности к действию. Они способны нести до 450 морских пехотинцев (до 900 при уменьшенной степени комфорта и с меньшей автономностью), четыре десантных катера LCU или два десантных катера на воздушной подушке LCAC; авиакрыло до 16 средних или тяжелых вертолетов (NH90, SA330 «Пума», AS532U2 «Коугар», AS665 «Тигр»).

«Мистраль» специально оснащен как корабль управления и может быть штабным кораблем соединения, осуществляющим миротворческие задачи или «демонстрацию флага» в районе конфликта. Кроме того, предусмотрена возможность использования корабля в качестве базы и плавучего госпиталя в зонах чрезвычайных ситуаций.

Именно этот проект УДК был выбран по результатам конкурса для оснащения Российского ВМФ.

Что же получит отечественный флот от этого проекта – новые кораблестроительные технологии или серьезные хлопоты?

Бегло перечислим проблемы, которые придется решить при реализации программы строительства «Мистралей».

Начнем сверху, т.е. с полетной палубы. Нужно будет ее поднять по сравнению с базовым проектом. Такая необходимость вызвана тем, что российские вертолеты, которые будут базироваться на УДК, имеют большую высоту, чем те, что сейчас «обитают» на французских кораблях. И без того высокобортный «Мистраль» обладает избыточной парусностью. Теперь она еще увеличится. Кроме того, «рост» борта неизбежно повлечет уменьшение метацентрической высоты. Все это в штормовых условиях и при обледенении грозит опрокидыванием.

Спустимся ниже – в вертолетный ангар. Его уже подняли. Но этим проблемы не ограничиваются. Топливо для заправки вертолетов подается из двух цистерн, которые находятся ниже ватерлинии в корме корабля. То есть топливные магистрали тянутся издалека. Это позволительно в отношении французских вертолетов, поскольку для их заправки используется топливо с более высокой температурой вспышки, нежели на отечественных винтокрылых машинах. Другими словами, кораблю придется сгореть либо необходимо будет переделывать всю систему заправки и хранения топлива под отечественные требования. Третий вариант решения этой проблемы – закупка вертолетов фирмы «Eurocopter» и топлива для них у западных энергетических компаний.

Лифты, которые поднимают вертолеты из ангаров на полетную палубу, тоже придется модернизировать, так как существующие непригодны для транспортировки отечественных машин с подвешенным вооружением.

Спустимся еще ниже – на палубу, где размещается автобронетехника. С ней тоже проблемы. Всего на корабле поместится пять танков типа «Т-90»: три на площадке перед доковой камерой, т.е. ближе к днищу, и два на двух десантных катерах (ДКА) пр. 11770 «Серна». Больше двух таких ДКА в док-камере французского УДК не поместится. Десантные катера на воздушной подушке пр. 1206 «Кальмар» и пр. 12061 «Мурена» и вовсе в ворота доковой камеры не проходят по высоте.

Теперь о бортах «Мистраля». Они имеют широкие «окна», которые обеспечивают естественную вентиляцию на вертолетной палубе и на той, где размещается автобронетехника. Это очень удобно в умеренных и тропических широтах, а вот в северных и приполярных акваториях от них, кроме вреда, никакой пользы, а вот обледенение техники они гарантируют. Представители французских фирм уже заявили, что «окна» закроют. Но тогда придется создавать и весьма разветвленную систему принудительной вентиляции. А это повлечет

существенную переделку конструкции и, соответственно, немалые расходы.

Не решен вопрос с системой обогрева корабля при использовании в северных широтах.

**Пример:** первостепенная причина выхода из строя и дальнейшего списания БДК «Митрофан Москаленко» (пр. 1174, КСФ) – размораживание корабельных систем в зимний период 1993 / 1994 г. из-за нарушения правил эксплуатации корабельной системы обогрева и кондиционирования.

Корпус «Мистраля» не имеет ледового пояса, а это, учитывая условия, в которых приходится действовать отечественному ВМФ, практически исключает базирование УДК данного типа на Балтике, Тихом океане и тем более на Севере. Корпус корабля в районе ватерлинии имеет четко выраженные S-образные обводы, что приведет к существенному росту нагрузок при преодолении ледового поля.

Кроме того, по мнению специалистов-кораблестроителей «многие технические решения, принятые на этом корабле, столь рискованны, что они не применяются даже на новейших десантных кораблях ВМС США».

Энергетическая установка: речь идет о единой электроэнергетической установке (на базе трех дизель-генераторов 16V «Vaasa 32» и одного 18V200 фирмы «Вартсила») с использованием погруженных главных электродвигателей, размещенных в винторулевых колонках «Alstom Mermaid» (типа «Азипод»). Такой двигатель-двигательный комплекс обеспечивает легкость и быстроту маневрирования. Но у него есть и серьезные недостатки. Прежде всего, это малая скорость хода (19 уз по сравнению с 22–24 уз у универсальных десантных кораблей ВМС США и Испании) и высокая стоимость. Наконец, эксплуатация подобной установки потребует частых докований для осмотра главных электродвигателей. А доков для таких кораблей в России, особенно на Тихом океане, имеется весьма ограниченное количество.

Вот почему требуется рассмотрение варианта замены ГЭУ и двигателей на более мощные и отработанные в кораблестроении.

При этом, поскольку по информации фирмы «Вартсила» двигатели серии «Vaasa 32» уже сняты с серийного производства и разработаны двигатели типа «Wartsila 26» и «32», которые перекрывают мощностной ряд «Vaasa 32».

Конечно, двигатель «Vaasa 32» при необходимости будет производиться по современной технологии и обеспечен сервисным обслуживанием и запасными частями в течение всего срока службы корабля, но уже явно за другие деньги.

Существует еще ряд проблем с энергетическими установками, которые необходимо рассмотреть:

- отсутствие полноценной ремонтной базы и базы производства ЗИПа для двигателей фирмы «Вяртсила» на территории РФ;

- отсутствие полноценной базы подготовки специалистов для обслуживания двигателей на территории РФ;

- применение при эксплуатации двигателей ГСМ, которые не стоят на снабжении в Минобороны России и не производятся предприятиями РФ.

«Мистраль» не способен выдерживать нагрузки в условиях применения ядерного оружия. Да и вообще, «нечто среднее между грузовиком и нефтяным танкером» (по словам помощника министра иностранных дел Франции Ролана Гальяража), созданное по стандартам гражданского судостроения, не способно противостоять гидродинамическому удару при близком подводном взрыве. Между тем оба этих нормативных требования обязательны при проектировании кораблей для ВМФ РФ.

**Пример:** При проведении операций ВМС США «Desert Shield» и «Desert Storm» в Персидском заливе в феврале 1991 г. на иракских минах подорвались два боевых корабля. Десантный вертолетоносец LPH10 «Tripoli» (1966, тип «Iwojima», КТЭУ, (ПТ «Westingh.» 16910 л.с., 2 ПК «Babcock & Wilcox» (1 ВФШ)) получил незначительные повреждения, а крейсер УРО CG59 «Princeton» (1989 г., тип «Ticonderoga» ГТЭУ 2×(2×21500, ГТД LM 2500) 86000 л.с (2 ВРШ) ЭЭУ: 3×2500 кВт, ГТГ), получив повреждения гребного вала и винта потерял ход. На нем были ранены три члена экипажа, вышли из строя кормовая 127-мм артиллерийская башня и установки вертикального пуска КР «Tomahawk» и ЗУР «Standart-2». В дальнейшем он был отбуксирован из зоны боевых действий и поставлен на две недели на ремонт в док Дубай (ОАЭ).

Все вышеизложенное подталкивает к тому, чтобы еще раз сравнить УДК «Мистраль» с УДК «Хуан Карлос I», тем более что оба проекта реализованы практически одновременно на конкурирующих европейских верфях.

### УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ДЕСАНТНЫЙ КОРАБЛЬ «REY JUAN CARLOS»

Универсальный десантный корабль «Хуан Карлос I» для ВМС Испании построен фирмой «Navantia». Для испанского флота он должен стать крупнейшей морской единицей в истории. Этот проект позиционируется испанцами как Buque de Proyeccion Estrategica (BPE) – корабль стратегической проекции силы.

BPE, который получил в честь испанского монарха название «Хуан Карлос I», был заложен на верфи фирмы «Navantia» в Ферроле в мае 2005 г., в марте 2008 г. его спустили на воду, а сдали заказчику 30 сентября 2011 г.

В док-камере размещаются четыре легких десантных катера типа LCM-1E либо два таких катера и один катер на воздушной подушке LCAC. Десант – 925 человек, включая группу береговой разведки (23 бойца). На нижней грузовой палубе можно перевозить до 46 основных боевых танков, на верхней размещаются грузовики и другие автомобили. В смежном ангаре с верхней грузовой палубой размещаются либо 12 средних транспортных вертолетов «NH90», либо восемь тяжелых CH-47 «Chinook», либо до семи многофункциональных штурмовиков вертикального взлета и посадки AV-8B «Harrier II» или F-35B.

Полетная палуба в случае необходимости может быть использована для временного базирования авиатехники, тогда корабль может нести до 30 вертолетов типа «NH90» или до 20

самолетов BVII. Главная особенность «Хуан Карлос I» – его полетная палуба (203,2×32 м), приспособленная для полноценного обеспечения полетов самолетов «Harrier II» и F-35B и оборудованная носовым трамплином. Взлетная палуба имеет шесть взлетно-посадочных площадок для средних вертолетов или четыре – для тяжелых.

Энергетическая установка – электро-дизель-газотурбинная (комбинированная ЭУ типа CODLAG, в состав которой входят одна газовая турбина «Дженерал электрик» «LM2500» и два дизель-генератора «MAN 32/40», 16 V). Газовая турбина и два дизеля, по сути дела, являются электростанциями, питающими все системы корабля. В том числе они дают ток электродвигателям, размещенным в винторулевых гондолах в кормовой части днища. То есть двигатель-двигательный комплекс напоминает тот, что имеется на «Мистрале».

На «Хуан Карлос I» есть операционные, зарезервированы места для транспортировки раненых, больных и эвакуируемых и т.д., а это значит, что «Хуан Карлос I» может выполнять гуманитарные миссии.

Основные параметры УДК «Хуан Карлос I» и «Мистраль» представлены в таблице.

«Хуан Карлос I» по многим параметрам превосходит «Мистрали», построенные фирмой «DCNS» (бывшим партнером «Navantia») для ВМС Франции. Именно с этим проектом испанцы победили в австралийском тендере на постройку двух УДК типа «Sanberra».

Нужно отметить, что необходимость создания перспективных проектов кораблей с учетом применения стандартов гражданского судостроения понимали и в нашей стране. В СССР велась активная разработка вертолетоносца пр. 10200 («Халзан»).

Таблица

ТТХ универсальных десантных кораблей «Мистраль» и «Хуан Карлос I»

Параметр	«Мистраль», Франция	«Хуан Карлос I», Испания
Водоизмещение, т	22300	27079
Длина, м	199,0	230,8
Ширина, м	32,0	32,0
Осадка, м	6,2	7,0
Скорость хода, уз: полная экономическая	19 15	21 15
Дальность плавания, м	11 000 (15)	9 000 (15)
Энергетическая установка	3 «Wartsila 16V32» и 1 «Wartsila 18V200», 20,8 МВт; 2 «Alstom Mermaid», 14 МВт	«CODAGE» (1 GE LM2500 26550 л.с.; 2 «MAN 32/4016V», 21080 л.с.; 2 «Siemens-Schottel», 22 МВт)
Десантовместимость	450 чел., 70 ед. техники (включая 16 ОБТ «Леклерк»), 16 средних или тяжелых вертолетов. Доковая камера вмещает четыре катера типа LCU или два типа LCAC.	1400 чел., включая штаб из 103 чел., 902 пехотинцев с экипировкой, авиагруппы из 173 чел., до 46 основных боевых танков «Леопард». В авианосной конфигурации на корабле может базироваться авиагруппа в составе 30 вертолетов «NH-90» или 19 штурмовиков AV-8 «Харриер» или 12 вертолетов CH-47 «Чинук» или 12 «NH-90» и 11 AV-8 «Харриер». Доковая камера корабля может вместить четыре танкодесантных катера LCM-1E или два средних десантных катера и одно десантное судно на воздушной подушке.
Стоимость, млн. евро	650–720	360

## ВЕРТОЛЕТОНОСЕЦ ПР. 10200 («ХАЛЗАН»)

Вертолетоносец ПЛО – десантный. Его разработка была начата на базе быстроходного гражданского контейнеровоза-ролкера пр.1609 по инициативе заместителя начальника Генерального штаба ВС СССР адмирала Н.Н. Амелько в 1978 г. после проведения по его же инициативе НИР «Аргус» (изучение комплексной противолодочной системы в том числе с возможностью постройки недорогих вертолетоносцев ПЛО на базе гражданских судов, ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова, руководитель НИР В.В.Дмитриев).

Головной корабль пр. 1609 «Капитан Смирнов», 1978 г. (всего построено 4 ед.) с газотурбинной ЭУ: 2 × ГТТА М25 с утилизационным контуром и мощностью по 25 000 л.с. на каждый из двух валов; дедейт – 20 000 т, полное водоизмещение – 35 000 т, длина – 203 м, ширина – 30 м, высота борта – 21 м, осадка – 9,9 м и скорость хода – 26 уз. Строилось на Херсонском ССЗ.

Проектирование вертолетоносца пр. 10200 велось ЦКБ «Черноморсудпроект» (г. Николаев) в 1978 – 1980 гг., главный конструктор Ю.Т. Каменецкий. Эскизный проект завершен в конце 1977 г. в четырех вариантах. В процессе проектирования ТТЗ менялось несколько раз и в итоге проектировался вертолетоносец в двух вариантах: как корабль ПЛО дальней зоны и как десантный корабль. Первоначально планировалось строить корабль этого проекта на Херсонском ССЗ, но после изменений из-за роста водоизмещения строительство стало возможным только на Николаевском ССЗ (который был загружен строительством кораблей пр. 1143 и другими крупными заказами).

Технический проект корабля пр. 10200 был готов в 1980 г. Постановлением Совмина СССР от 28 марта 1980 г. в план строительства кораблей на 1981–1990 гг. была включена постройка двух кораблей пр. 10200 на стапеле № 0 судостроительного завода в Николаеве вместо головного корабля пр. 1143.5 со сдачей головного корабля в 1986 г.

В августе 1980 г. 1 ЦНИИ МО РФ вынес положительное решение по техническому проекту пр. 10200. В то же время Невским ПКБ совместно с ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова был предложен альтернативный вариант пр. 10200 в корпусе ТАКР пр. 1143. Анализ вариантов пр. 10200 в сентябре 1980 г. в ЦНИИ им. А.Н.Крылова показал, что исполнение вертолетоносца в гражданском корпусе не обеспечивает должной надежности ГЭУ (размещена в одном отсеке) и не соответствует требованиям, предъявляемым к воен-

ным судам по физическим полям (ГЭУ обладала высокой шумностью). Была констатирована низкая поисковая производительность системы ПЛО (в 5 раз меньше, чем у кораблей пр. 1143). ЦНИИ им. А.Н.Крылова рекомендовал к строительству вариант пр. 10200 в корпусе пр. 1143. После этого в сентябре 1980 г. 1 ЦНИИ МО РФ пересмотрел ранее принятое решение об одобрении пр. 10200. В ноябре 1980 г. на научно-техническом совете Минсудпрома СССР технический проект пр.10200 был отклонен.

В конце 1980 – начале 1981 гг. «Невским ПКБ» разработан проект 10200М противолодочного вертолетоносца с десантными возможностями, который также был отклонен 31 марта 1981 г. решением 1 ЦНИИ МО РФ, НИИ им. акад. А.Н.Крылова, 24 Институтом ВМФ, филиалом 30 Института ВМФ и Невским ПКБ.

Ниже приведены данные оригинального пр. 10200 «Халзан» ЦКБ «Черноморсудпроект». Экипаж – 960 чел.

Энергетическая установка – газотурбинная с теплоутилизационным контуром (газотурбинные реверсивные все-режимные агрегаты ГТТА М25 с утилизационным контуром) мощностью 2×25 000 л.с. Два винта фиксированного шага. Электрогенератор мощностью 12 000 кВт.

Авиакрыло: в варианте ПЛО – 28 вертолетов ПЛО типа «Ка-27»; в десантном варианте – 14 десантных вертолетов «Ка-29», 6 СВВП («Як-38М») или 4 («Як-41»), 56 танков и один батальон морской пехоты (300 чел.).

Что же получает Российский ВМФ в «сухом остатке»?

1. В настоящее время для отечественного ВМФ на российских верфях, принадлежащих ОАО «Объединенная судостроительная корпорация» («ОСК») строится лишь один десантный корабль – 5000-тонный БДК «Иван Грен», способный нести до двух рот морской пехоты, пару десантных катеров и два-три вертолета. Такие корабли, конечно, необходимы, но если речь идет о воссоздании океанского флота в соответствии с положениями Морской доктрины, то необходимо задуматься и о строительстве более крупного и дорогостоящего «универсала».

При этом из боевого состава флота выводятся отработанные и еще не достигшие предельного срока службы корабли пр. 1174 типа «Иван Рогов».

2. Серьезный задел у ОАО «Невское ПКБ» по пр. 11780 дает повод надеяться, что при наличии здравого смысла у Минобороны России, а также доброй воли ОАО «ОСК», подкрепленным финансированием в рамках государственной программы вооружения, позволит обес-

печить отечественный ВМФ кораблями класса УДК в кратчайшие сроки.

При этом хотелось бы отметить, что реплики о невозможности возродить проект не имеют под собой оснований. Есть технический проект корабля 11780, созданный по требованиям и за средства Минобороны СССР (ВМФ СССР). Корректировка его в современных условиях вряд ли займет слишком много времени. Корпус корабля и его энергетическую установку (любого из вариантов) вполне можно создать и сейчас. Предприятия-производители живы до сих пор вопреки всему! А вот насыщение средствами управления, оружия, связи и др. – это дело заказчика в лице Минобороны России (ВМФ), бюро-проектанта и завода-строителя.

3. Отечественным ВМФ приобретает явно не лучший образец УДК из ныне существующих. А жаль, ведь была возможность маневра!

Хочется надеяться, что после принятия решения о создании зоны «Свободной торговли стран СНГ» наконец будут проведены мероприятия, которые позволят РФ и Украине полностью восстановить сотрудничество в сфере кораблестроения и судостроения. Это позволит создать на паритетной основе совместное предприятие (СП) в судостроительной отрасли.

Для России интерес представляет судостроительный комплекс в г. Николаеве – ГАКХ «Черноморский судостроительный завод», «Завод им. 61 коммунара», производитель корабельных и судовых газовых турбин и энергетических установок «Зоря – Машпроект».

С созданием такого СП возникают хорошие условия для плодотворного сотрудничества в части использования мощностей «Черноморского судостроительного завода» для строительства кораблей Российского ВМФ, включая и УДК, а возможно, и продолжения работ по воссозданию пр. 10200 «Халзан».

«Черноморский судостроительный завод» готов к строительству военных кораблей всех типов, в том числе корветов, фрегатов, крейсеров и авианосцев, а также заинтересован в ремонте существующего корабельного состава украинских ВМС и Черноморского флота России, – сообщил генеральный директор предприятия Валерий Калашников во время рабочего визита в Николаевскую область министров обороны России и Украины. «На сегодняшний день все производственные мощности предприятия, в том числе два наклонных стапеля, плавучий док и достроечные набережные готовы к строительству любых типов кораблей», – констатировал он. ■

*Продолжение следует*

С 4 по 7 июня 2013 г. в пригороде Осло, г. Лиллестрём (Норвегия), прошла 24-я Международная судостроительная выставка NorShipping-2013 с сопутствующими конференциями, которая за свою более чем 50-летнюю историю стала одним из ведущих форумов мировой морской промышленности.

Начиналась эта выставка в начале 60-х гг. прошлого века как экспозиция Deck and Engine Room, организованная Norwegian Industrial Fairs (сейчас – Norway Trade Fairs) совместно с журналом «Skip». Первоначально это было внутри-норвежское мероприятие, ориентированное только на обсуждение трудовых отношений и финансовых вопросов в национальном судоходстве. Лишь к 1965 г. для ряда норвежских судовладельцев и издателей стал понятен возможный международный потенциал обсуждавшейся тематики, что и было реализовано с 1971 г. в расширенном виде под названием NorShipping.



**Судостроительная выставка «NorShipping-2013»**



**Японский павильон на судостроительной выставке «NorShipping-2013»**

В текущем году в этой выставке, а также в 43 мероприятиях – конференциях и семинарах – приняли участие более 40 тыс. специалистов отрасли, в том числе около 15 тыс. посетителей. На

## МОРСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА NORSHIPPING-2013: ДОСТИЖЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ

**Е. А. Горин**, д-р эконом. наук, советник генерального директора ООО «Балтийский завод-судостроение»,

**К. С. Чернов**, представитель «Hamburg Messe und Congress GmbH» в РФ, e.gorin@spbmr.ru, constanta-expo@inbox.ru

общей выставочной площади в 22,5 тыс. м<sup>2</sup>, было представлено 22 национальных павильона и 1037 компаний.

«Одна из основных целей проведенных мероприятий, – отметил по итогам выставки директор г-н Видар Педерстад (Vidar Pederstad), – отразить многообразие морской промышленности и создать платформу для поиска деловых партнеров специалистам в разных областях». Надо сказать, что организаторам это вполне удалось, хотя скандинавская специфика, несомненно, проявлялась во всем и отличала проведенный форум от классической встречи судостроителей на SMM в Гамбурге.

В 2013 г. для привлечения к участию в мероприятиях недели NorShipping представителей слабо отражаемых в предыдущие годы направлений были введены три новых раздела: «Инновации и начинания» (Innovation & Venture), где в специально созданном тематическом парке была предоставлена возможность небольшим или только что образованным компаниям представить свои разработки для привлечения инвестиций; «Молодые профессионалы» (Young professionals) и «Индустрии океана» (Ocean industries) для компаний, использующих в своей деятельности богатства и возможности океана, в том числе оффшорная ветроэнергетика и продукты моря.

Стало хорошей традицией в день открытия выставки проводить церемонию награждения. В этом году награды вручались в трех категориях: «Энергоэффективность» (Energy Efficiency), которая ранее называлась «Чистое судно» (Clean Ship) и вручается совместно с Международной морской организацией (ИМО). В этом году эта награда досталась судну «Stavangerfjord» компании «Fjord Lines», спроектированному и по-



**Судно «Stavangerfjord» компании «Fjord Lines», спроектированное и построенное компанией «Bergen Group Fosen»**

строенному компанией «Bergen Group Fosen» и ставшему первым паромом, работающим исключительно на сжиженном природном газе.

В категории «Судно следующего поколения» (Next Generation Ship), где в организации конкурса участвует Det Norske Veritas, награда была вручена контейнеровозу «TOTE» вместимостью 3100 TEU. Компания «General Dynamics NASSCO» заключила контракт с «TOTE Inc.» на проектирование и строительство двух таких контейнеровозов, работающих на LNG. Переданные заказчику для ввода в эксплуатацию в 2015 и 2016 г., они будут работать на маршруте между Джексонвилем, Флоридой и Пуэрто-Рико.



**Проект контейнеровоза «TOTE» вместимостью 3100 TEU**

Суда будут иметь длину около 250 м и станут самыми большими в мире, работающими на сжиженном природном газе. Строительство первого судна начнется в начале 2014 г. Соглашение предусматривает опцион на три судна. Проект выполнен DSEC, дочерней компанией «Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering» («DSME»).

Принципиальное снижение вредных выбросов в атмосферу достигается за счет использования этими судами уникальной пропульсивной системы движения и сжиженного газа в качестве топлива. Как отметил г-н Антонио Чиарелло (Anthony Chiarello), президент и исполнительный директор «TOTE», «мы очень горды тем, что будем первыми в мире судовладельцами, имеющими контейнеровоз, работающий на сжиженном природном газе. Уверены, что мы, конечно же, не будем последними. Совместно с нашими партнерами в NASSCO мы убеждены, что этот проект окажет большое влияние на будущее судостроительной промышленности и проектирование судов».

**Норвежские суда, удостоенные по инициативе журнала «Skipsrevyen» звания «Ship of the Year» на выставке NorShipping**

Год	Тип судна	Название судна	Верфь-строитель
2000	Паром с двигательной установкой на сжиженном газе	«Glutra»	«Langsten AS»
2001	Крузиный лайнер	«The World»	«Fosen Mekaniske Verksteder AS»
2002	Корвет	«Svalbard»	«Langsten AS»
2003	Исследовательское рыболовное судно	«G.O. Sars»	«Flekkefjord Slipp & Maskinfabrikk AS»
2004	Судно обеспечения буровых платформ	«Viking Avant»	«Aker Yard AS», Langsten
2005	Лучшее судно 2005 г. не было выбрано		
2006	Судно-буксировщик с системой якорной стабилизации для обслуживания оффшорных терминалов	«Bourbon Orca»	«Ulstein Verft AS»
2007	Судно для монтажа и ремонта морских платформ	«Normand Seven»	«Ulstein Verft AS»
2008	Судно для обслуживания морских платформ	«Island Wellserver»	«Aker Yard ASA», Langsten
2009	Многофункциональное судно для обслуживания морских платформ и прокладки кабелей	«Far Samson»	«STX Norway Offshore AS», Langsten
2010	Судно для монтажа и ремонта морских платформ	«Skandi Aker»	«STX Norway Offshore AS», Søviknes
2011	Лучшее судно 2011 г. не было выбрано		
2012	Судно для обслуживания морских платформ	«Far Solitaire»	«STX OSV», Langsten
2013	Судно для обслуживания, монтажа и ремонта морских платформ	«Seven Viking»	«Ulstein Verft AS»

Здесь будет правильным напомнить, что компания «Eidesvik Offshore» еще в 2003 г. спустила на воду первое в мире оффшорное судно «Viking Energy», что реально открыло возможность строительства нового поколения судов с энергоустановками, характеризующимися существенно уменьшенными выбросами окислов азота и углерода. К настоящему времени компания имеет уже пять оффшорных судов, использующих в качестве топлива LNG: в 2008 г. построен «Viking Queen», в 2009 г. – «Viking Lady», модернизированный в 2011 г. за счет установки более мощного энергоблока, в 2012 г. – «Viking Prince» и «Viking Princess».

В категории «Молодой предприниматель» для специалистов моложе 40 лет, использующих в работе новые концепции, инновационные технические, коммерческие или логистические решения, а также внесшие большой вклад в защиту окружающей среды, наградой отмечен г-н Тор Остервольд (Tor M. Østervold) из норвежской компании «ECOSubsea». Предметом инновационной идеи, основанной на опыте работы автора на коммерческих судах, стала методика очистки судовых резервуаров без повреждения краски со сбором осадка, что существенно уменьшает загрязняющие выбросы и снижает эксплуатационные затраты.

Норвежские судостроители постоянно демонстрируют интересные и перспективные новые проекты, использующие инновационные идеи и представляющие значительный интерес для специалистов. Традиционная церемония вручения приза «Судно года» (Ship of the Year) проводится уже в течение многих лет на выставке NorShipping по инициативе ведущего норвежского морского издания «Skipsrevyen». В табл. 1 приведены данные о победителях конкурса Ship of the Year за последние годы.

В текущем году победителем этого престижного конкурса стало судно «Seven Viking». Специалисты отметили применение номинантом технологий завтрашнего дня, увидели в этом проекте признаки нового поколения судов, предназначенных для обслуживания, монтажа и ремонта морских платформ.



Победитель конкурса «Ship of the Year» 2013 г. – судно «Seven Viking»

Проект стал результатом соглашения между компаниями «Subsea 7», «Eidesvik Shipping» и «Ulstein Design & Solutions AS». Его корпус построен на украинском заводе «Залив», а спуск на воду состоялся 23 января 2013 г. на верфи «Ulstein Verft AS». Торжественная церемония наречения прошла 30 января с участием «крестной матери» судна – мэра города Ставангер Кристины Гельго.

Проект создания судна был инициирован в соответствии с пятилетним рамочным соглашением между корпорацией «Statoil» и био- «Subsea 7». Компания «Eidesvik Offshore», имеющая долговременные договорные отношения с «Subsea 7», заказала постройку этого судна на верфи «Ulstein Verft AS» в феврале 2011 г. Стоимость контракта составила около 150 млн. долл. В марте 2012 г. собственником строящегося судна стала вновь образованная фирма «Eidesvik Seven AS».

Судно рассчитано на выполнение практических всех технологических операций при монтаже и обслуживании объектов на шельфе в суровых погодных условиях. Корпорация «Statoil» с самого начала поставила условием его круглогодичную эксплуатацию в акватории от Sleipner в Северном море до Snøhvit в Баренцевом море. Система динамической стабилизации (класс 2) позволяет судну вести основные работы при высоте волн до 5 м.

Судно «Seven Viking» имеет длину 106,5 м и ширину 24,5 м, осадку – 11,5 м, может принять 2300 т грузов, оборудовано краном грузоподъемностью 135 т и имеет максимальную скорость 17,5 уз. Площадь ангара на кормовой палубе – 850 м<sup>2</sup>, емкость основных резервуаров: для топлива – 2040 м<sup>3</sup>, для

чистой воды – 1300 м<sup>3</sup>, для балластной воды – 3400 м<sup>3</sup>.

На судне максимально соблюдены условия проживания экипажа, численность которого составляет 90 чел. Каюты расположены на максимальном расстоянии от рабочих зон, обеспечены низкий уровень шума и вибрации.

В заключение отметим, что в мае 2013 г. сообщалось о подписании компанией «Subsea 7», уже имеющей флот около 40 ед., контракта на строительство нового судна на южнокорейской верфи «Hyundai Heavy Industries» («HHI»). Намеченное к сдаче в 2016 г. судно обеспечит динамическую стабилизацию по классу 3, будет оборудовано краном грузоподъемностью 600 т; площадь рабочей палубы – 2600.

Среди других интересных проектов можно отметить специфическое исследовательское судно, построенное на японской верфи «MHI Shipyard» в Нагасаки и получившее в начале 2013 г. название «Ramform Titan». Судно с клинообразным корпусом предназначено для сейсмоакустических измерений, имеет длину 104,2 м и ширину до 70 м (это самое широкое в мире судно по ватерлинии), несет около 6 тыс. т топлива и оборудования. Судно способно установить



Исследовательское судно «Ramform Titan»

на площади более 12 км<sup>2</sup> из нескольких сотен тысяч акустических приемников, смонтированных на 24 катушках кабеля. Приводимое в движение тремя силовыми установками по 6000 кВт, судно развивает скорость до 16 уз. Для экипажа численностью 80 чел. созданы комфортные условия, в числе прочего есть спортзал площадью 225 м<sup>2</sup> и бассейн. Планируется, что период между докованием судна для осмотра и ремонта составит от 5 до 7,5 лет. Компания «Petroleum Geo-Services» будет использовать два таких судна.

Стремление улучшить экологические характеристики заставляет все в большей степени использовать гибридные технологии в судовых энергоустановках. Еще в 2008 г. «Foss Maritime» построил первый в мире гибридный буксир «Carolyn Dorothy». На рисунке ниже показан паром «Hallaig» с гибридной энергоустановкой, спущенный в текущем году в Шотландии на верфи «Caledonian Maritime Assets Limited».



**Паром «Hallaig» с гибридной энергоустановкой**

Отражением инвестиционных программ правительства США, направленных на развитие инфраструктуры и обеспечение занятости, стал спуск на воду весной 2013 г. на верфи «Eastern Shipbuilding» (штат Флорида) судна «Bravante V» – первого из пяти судов для обслуживания платформ для бразильской компании «Boldini SA».

Передано это судно заказчику в августе, в ноябре будет сдан «Bravante VI», а остальные три – «Bravante VII», «Bravante VIII» и «Bravante IX» – в 2014 г. Проект судна с дизель-электрической силовой установкой разработан канадским бюро «STX Marine Inc.» в Ванкувере. По мнению экспертов, за счет участия в контракте Департамента перевозок США и финансирования со стороны Морской администрации создано 350 рабочих мест на верфи и 2600 – в смежных предприятиях. Расширение и модернизация производства позволило заключить контракт с бразильской государственной нефтяной компанией «Petrobras» на строительство 23 офшорных судов. Программа офшорного флота предполагает

доведение численности таких судов до 146 ед. и, по-видимому, в дальнейшем строительство судов для обслуживания нефтедобычи на шельфе переместится на бразильские верфи.



**Судно для обслуживания платформ «Bravante V»**

Примером современных перспективных офшорных комплексов является полупогружная платформа «DP3», строящаяся на китайской верфи «COSCO Offshore Co. Ltd» в Кудонге для компании «Global Maritime». Согласно контракту фирма «Wärtsilä» уже разрабатывает основные энергоустановки, электрооборудование, системы движения, автоматики и безопасности. В начале 2015 г., когда платформа должна быть введена в эксплуатацию, ее будет обслуживать персонала численностью 500 чел.



**Платформа DP3, строящаяся на китайской верфи «COSCO Offshore Co. Ltd»**

Что касается рынка мирового судостроения в целом, то напомним о стабильном снижении общего объема заказа судов в последние пять лет. Приведенные в табл. 2 данные отражают динамику мирового судостроительного рынка. На 1 мая 2013 г. портфель заказов составил немногим более 4 тыс. ед. общим дедевейтом 240 млн. т (табл. 3). Кстати, ровно два года назад, по итогам NorShipping–2011, мировой портфель заказов оценивался в 7 тыс. ед. общим дедевейтом более 400 млн. т.

За первую половину 2013 г. суммарный портфель заказов мирового судостроения уменьшился почти на 8% по численности и почти на 9% по дедевейту. Около половины заказанных судов по тоннажу будет сдано до конца текущего года, около трети – в 2014 г. Самым большим судном, сданным в первой половине нынешнего года, был рудовоз «Vale Korea» (402 тыс. т дедевейта, «Daewoo Shipbuilding»), который стал пятым судном типа «Valemax»: три рудовоза построила верфь «Jiangsu Rongsheng» и по одному – «Daewoo Shipbuilding» и «STX Shipbuilding». Также за первые пять месяцев года было сдано 15 сухогрузов типа «Capesize» дедевейтом около 250 тыс. т каждый.

Несмотря на накопленный переизбыток мощностей, сектор судостроения занимает значительную долю мировой промышленности. Более 1000 верфей получили заказы и строят различные танкеры (табл. 4), почти столько же – офшорные суда, а также суда ро-ро и пассажирские суда, более 400 верфей строят балкеры и химовозы, около 300 – контейнеровозы и столько же рефрижераторы, 230 – газовозы. Даже такие сложные объекты, как суда для бурения исследовательских и добычных скважин на шельфе и в открытом море или кабелеукладчики, могут успешно строить более 30 предприятий.

На мировом рынке строительства гражданских судов лидируют юж-

Таблица 2

**Динамика мирового судостроительного рынка, млн. т дедевейта**

Суда	2007	2008	2009	2010	2011	2012	май 2013 г.
Портфель заказов							
Всего, в том числе:	539,5	619,6	527,0	473,8	394,3	263,7	240,9
газовозы	16,4	10,5	1,8	3,1	5,9	9,3	10,4
контейнеровозы	79,7	74,1	58,6	46,1	50,9	40,2	37,4
Заключенные контакты							
Всего, в том числе:	279,6	183,2	52,4	154,2	83,3	51,1	30,4
газовозы	2,8	1,0	0,1	1,0	4,4	4,3	1,8
контейнеровозы	38,4	12,7	1,2	7,3	20,9	4,2	3,7
Суда, сданные заказчику							
Всего, в том числе:	81,2	91,5	116,9	150,5	163,8	153,6	45,0
газовозы	3,7	6,9	5,1	3,3	1,5	0,5	0,6
контейнеровозы	16,7	18,6	13,9	16,8	14,5	14,9	5,5
Вывод судов из эксплуатации							
Всего, в том числе:	5,9	14,3	33,2	26,6	42,7	58,4	15,9
газовозы	0,5	0,6	0,7	0,7	0,5	0,2	0,2
контейнеровозы	0,3	1,7	5,9	2,0	1,3	4,9	2,0

Портфель заказов основных судостроительных стран (по состоянию на май 2013 г.)

Страна	Количество судов, ед.	В том числе:					Суммарный тоннаж, млн. комп. рег. т	Суммарный дедвейт, млн. т	Общая стоимость заказов, млрд. долл.
		танкеры	балкеры	газовозы	контейнеровозы	оффшорные суда			
ВСЕГО	4391	501	1555	195	448	957	89,1	240,9	278,6
Всего в европейских странах, в том числе:	367	22	2	5	8	133	5,4	3,3	27,3
Германия	19	-	-	-	-	5	0,8	0,1	4,7
Испания	18	-	-	-	-	14	0,1	0,3	1,1
Италия	22	1	-	-	-	4	1,2		6,3
Нидерланды	65	-	-	2	2	8	0,4	0,1	1,7
Норвегия	67	-	-	-	-	60	0,7	0,3	5,2
Польша	13	-	-	1	-	6	0,1	0,1	0,4
Турция	52	5	-	2	2	10	0,4	0,4	1,1
Финляндия	6	-	-	-	-	4	0,3	0,1	1,5
Хорватия	15	4	2	-	-	1	0,2	0,3	0,4
Всего в странах Юго-Восточной Азии, в том числе:	3743	427	1551	182	435	637	79,8	230,6	218,8
Китай	1790	145	811	39	200	331	32,1	103,0	70,3
Южная Корея	762	221	113	119	169	84	28,2	63,8	104,2
Япония	715	40	558	20	16	17	14,5	53,6	30,2
Другие страны, в том числе:	281	52	2	8	5	187	4,0	7,1	32,4
Бразилия	157	46	1	8	3	92	2,9	5,9	26,7
США	97	2	-	-	2	85	0,8	0,7	4,6

Таблица 4

Структура и динамика изменения мирового танкерного флота\*

Тип судна	Действующий флот			Построены			Заклучены контракты			Портфель заказов					Утилизированы		
	2011	2012	Май 2013	2011	2012	Май 2013	2011	2012	Май 2013	2011	2012	Май 2013	в т.ч. со сдачей в:		2011	2012	Май 2013
													2013	2014			
Танкеры дедвейтом 10 тыс. т и менее	2514/13,3	2571/13,7	2583/13,7	107/0,6	109/0,7	14/0,1	97/0,4	53/0,2	11/0,07	357/1,9	238/1,0	228/1,0	182/0,8	44/0,16	46/0,2	29/0,2	2/0,01
Танкеры дедвейтом 10-200 тыс. т	5071/298,8	5151/306,3	5199/309,9	303/20,7	216/17,0	76/6,3	123/9,2	135/8,5	69/4,8	608/45,1	462/33,7	433/30,7	195/132	160/11,1	117/6,6	120/8,7	28/1,9
Танкеры дедвейтом 200 тыс. т и больше	578/178,1	609/186,4	619/189,6	62/19,1	49/15,4	14/4,4	3/1,0	14/4,4	13/4,1	128/40,4	77/24,3	68/21,5	32/10,2	30/9,5	12/3,3	10/2,7	2/0,6

\* Приведены данные на конец указываемого периода. Числитель – количество судов соответствующего типа; знаменатель – суммарный дедвейт, млн. т.

нокорейские верфи: «Samsung Heavy Industries» (объем заказов – 115 судов тоннажем 6,3 млн. комп. рег. т), «Hyundai Heavy Industries» (103 судна; 4,9 млн. комп. рег. т), «Daewoo Shipbuilding» (87 судов; 4,9 млн. комп. рег. т), «STX Shipbuilding» (115 судов; 3,5 млн. комп. рег. т), «Hyundai Mipo» (119 судов; 2,5 млн. комп. рег. т) и «Hyundai Samho» (47 судов; 2,3 млн. комп. рег. т), а также китайские: «Jiangsu Rongsheng» (74 судна; 2,1 млн. комп. рег. т), «STX Dalian» (76 судов; 2,0 млн. комп. рег. т), «Dalian Shipbuilding» (51 судно; 1,9 млн. комп. рег. т) и японская «Oshima Shipbuilding» (103 судна; 1,8 млн. комп. рег. т).

Несмотря на ограниченное участие в NorShipping–2013 верфью Юго-Восточной Азии по сравнению с прошедшей в сентябре 2012 г. в Гамбурге выставкой SMM–2010, представленная на стендах и в дискуссиях информация вновь продемонстрировала возрастающую роль этого региона в мировом судостроительном процессе. Заказы на сложные морские комплексы теперь в основном размещаются в Японии, Южной Корее и Сингапуре, а на большегрузные суда – в Китае, Вьетнаме, Филиппинах.

К сожалению, отечественное судостроение на этой выставке практически не было представлено. Конечно, как обычно специалисты толпились на масштабном стенде компании «Транзас», которая давно перешагнула границы России и стала транснациональной. Свои небольшие стенды имели только Российский Морской Регистр судоходства, постоянный участник выставки с 1995 г., и калининградский судоремонтный завод «Преголь».



Стенд компании «Транзас» на судостроительной выставке «NorShipping–2013»

Поскольку это единственное предприятие представляло все российские верфи, стоит упомянуть, что его история началась в 1947 г, когда на территории

«Лесной гавани» Калининграда были созданы судоремонтные мастерские. До 90-х гг. прошлого века предприятие специализировалось на ремонте больших морозильных траулеров, до настоящего времени занимается судоремонтом, имея удобную инфраструктуру в незамерзающей акватории.



Калининградский судоремонтный завод «Преголь»

В заключение отметим, что атмосфера выставки была исключительно оптимистичной, а экспоненты высказывали удовлетворение результатами своего участия. Следующая выставка NorShipping–2015 пройдет со 2 по 5 июня 2015 г. ■



**14** июля 2013 г. исполнилось 80 лет главному научному сотруднику, заместителю начальника 5-го отделения Крыловского государственного научного центра, доктору технических наук, профессору, действительному члену Академии транспорта, крупному специалисту в области гражданского судостроения Станиславу Ивановичу Логачеву.

На протяжении многих лет основными направлениями научно-производственной деятельности С. И. Логачева были разработка теории и особенностей проектирования судов различных типов, обоснование наиболее эффективных путей развития отечественного судостроения, формирование концепций и программ его развития. Его опыт, накопленный на протяжении пяти десятилетий, инициативность, творческое отношение к делу, глубокие знания и эрудиция, трудолюбие и высокие человеческие качества снискали Станиславу Ивановичу заслуженный авторитет и большое уважение как у коллег по работе в институте, так и у специалистов проектных и судостроительных организаций.

Для С. И. Логачева как ученого характерно глубокое понимание сложных процессов, сопровождающих развитие гражданского судостроения в нашей стране и за рубежом, процессов и особенностей проектирования судов различных типов.

С. И. Логачев более 20 лет (1972—1992 гг.) возглавлял отдел перспективного проектирования гражданских судов ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, занимаясь разработкой путей совершенствования судов, определением их облика, разработкой планов и программ судостроения, экспертизой проектов гражданских судов. Результаты его разработок и руководимого им коллектива реализованы при создании многих отечественных транспортных судов.

Более 10 лет С. И. Логачев представлял отечественное судостроение в Международной морской организации ИМО, разрабатывающей международные тре-

## К 80-ЛЕТИЮ ПРОФЕССОРА С. И. ЛОГАЧЕВА



бования к морским судам. Около 20 лет (с 1972 по 1991 г.) представлял ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова в секции «Судостроение» Комитета СЭВ по промышленности, занимаясь совместно с судостроителями бывших стран-членов СЭВ разработкой прогнозов и координацией планов развития судостроения сотрудничавших стран на соответствующие пятилетние периоды.

Являясь признанным авторитетом в области гражданского судостроения, С. И. Логачев был одним из основных разработчиков президентской Федеральной целевой программы «Российские верфи», в рамках которой в 1996—2001 гг. развивались судостроительная наука и отечественное гражданское судостроение, а также первого варианта проекта закона о государственной поддержке отечественного судостроения.

Он участвовал в разработке ФЦП «Национальная технологическая база» на 2002—2006 гг. и на 2007—2011 гг. в части разработки технологий морской техники. Принимал активное участие в разработке ФЦП «Развитие граждан-

ской морской техники» на 2009—2016 гг., утвержденной Постановлением Правительства РФ в феврале 2008 г., а также в разработке «Стратегии развития судостроительной промышленности до 2020 г.».

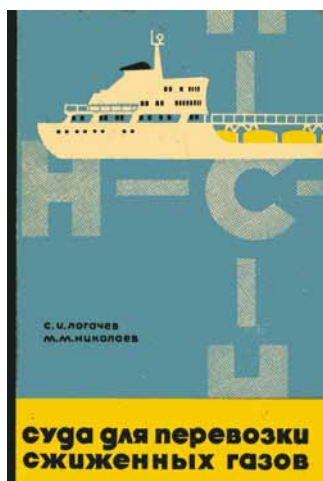
Много лет С. И. Логачев возглавлял бюро секции «Проектирование судов» Центрального правления НТО им. акад. А. Н. Крылова, организовал несколько всесоюзных конференций по основным направлениям развития отечественного гражданского судостроения. Последние двадцать лет (до 2009 г.) он является постоянным председателем программного комитета Международных конференций по судоходству и судостроению «Нева».

С 2001 г. входит в состав редколлегии журнала «Морской вестник».

Имеет более 100 научных публикаций. Автор монографий «Суда для перевозки сжиженных газов» (1966 г.), «Морские танкеры» (1970 г.), «Транспортные суда будущего» (1976 г., издана также в Германии и Болгарии), «История отечественного судостроения», т. 5 (1996 г.), «Мировое судостроение» (2000 г., 2009 г.). В настоящее время руководит творческим коллективом специалистов, издающих два раза в год сборники аналитических и справочных материалов «Мировое судостроение. Состояние и перспективы развития».

С. И. Логачев награжден медалью «300 лет Российскому флоту» и знаком «Почетный судостроитель».

**Редколлегия и редакция журнала «Морской вестник» поздравляют Станислава Ивановича со знаменательной датой, желают ему доброго здоровья и творческого долголетия на благо развития отечественного судостроения ■**



## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Нефтеналивные суда типа «Волго-нефть» олицетворяют собой целую эпоху в истории отечественного судостроения и судоходства как одни из первых в мире танкеров с двойным дном и двойными бортами. Если учесть, что пр. 558 начал разрабатываться конструкторами еще в конце 50-х гг. прошлого столетия, то легко понять, насколько революционным было такое решение в то время. В тогдашней линейке типовых судов они относились к танкерам типа НМ-5000 грузоподъемностью около 5000 т, предназначенным для работы по внутренним водным путям с выходом на морские рейды и крупные озера.

Танкера типа «Великий» [14] строились (пр. 558 на Волгоградском заводе и пр. 550 в Болгарии) с 1962 по 1971 г. Базовый проект был утвержден 26.06.1959 г. Всего построили около 80 судов исходного проекта. Позднее с учетом опыта эксплуатации в морских условиях были внесены изменения в устройства и системы, дельные вещи, снабжение, жилую надстройку. По откорректированному проекту стали строить танкеры типа «Волгонефть 44» (с 1967 по 1979 г. по пр. 1577 в СССР построено ок. 70 ед. и с 1969 по 1982 г. по проекту 550А в Болгарии — около 65 ед.).

Это — однопалубные, двухвинтовые наливные суда смешанного река-море плавания с восемью грузовыми танками, двойным дном, двойными бортами, с баком и ютом, с кормовым расположением жилой надстройки, машинного отделения, переходным мостиком в ДП судна, наклонным форштевнем и крейсерской кормой. Предназначались они для перевозки нефтепродуктов I–IV классов, в том числе требующих подогрева, без ограничений по температуре вспышке.

На 1 января 2013 г. средний возраст 131 танкера типа «Волгонефть» сохранивших класс Российского Речного Регистра (РРР) составил по первоначальному проекту 558/550—45,2 года (21 ед.), по пр. 1577/550А — 38,5 лет (110 ед.). Из них 23 танкера имеют оценку «негодное».

Танкеры пр. 1577/550А, строившиеся на класс РРР «М», практически все имеют более высокие классы: R2-RSN PC (10 ед.), R3-RSN PC (5 ед.), «М — СП» РРР (31 ед.). 14 судов перешли в силу плохого технического состояния в более слабый класс РРР «О-ПР», остальные имеют класс РРР «М-ПР».

Цель статьи — исследование перспектив дальнейшей эксплуатации танкеров типа «Волгонефть», которые до сих пор составляют большинство отечественного нефтеналивного флота судов смешанного река-море плавания, на основе анализа происшедших с 1991

# АНАЛИЗ РИСКА И НАДЕЖНОСТИ НЕФТЕНАЛИВНЫХ СУДОВ ТИПА «ВОЛГОНЕФТЬ» ПРОЕКТОВ 558/550 И 1577/550А

Г. В. Егоров, д-р техн. наук, генеральный директор,

А. Г. Егоров, мл. научн. сотрудник, ЗАО «Морское Инженерное Бюро»,  
контакт. тел. (812) 232 8538

по 2012 г. аварий с корпусами судов пр. 550, 550А, 558, 1577.

В ноябре 1963 г. в Черном море были проведены специальные мореходные испытания головного судна танкера «Великий» в условиях штормовой погоды при волнении высотой 3 м. Испытания показали принципиальную возможность эксплуатации судов этого типа с ограничениями по высоте волны 3 %-ной обеспеченности  $h_{3\%} < 2,5$  м в прибрежных морских районах, разрешенных для плавания «полноклассных» судов класса «М-СП». При этом при проектировании прочность обеспечивалась согласно «Нормам для расчета прочности корпусов стальных судов внутреннего плавания» 1956 г. для плавания на расчетном волнении высотой 3 м и длиной 40 м, т. е. по классу «М» (без выхода в море).

За счет широчайшего применения изготовленных из стали повышенной прочности элементов с толщинами 5–7 мм удалось достичь минимизации массы корпуса танкера и, соответственно, увеличить его грузоподъемность в реке, однако обратной стороной медали было заметное снижение эксплуатационного ресурса судна, т. е. длительности безопасной эксплуатации танкера без ремонта.

Для постройки танкеров применялись легированная сталь повышенной прочности марки 09 Г2 (с пределом текучести 295 МПа), а также для некоторых конструкций — обычная углеродистая сталь марки Вст3 сп (с пределом текучести 235 МПа). Система набора корпуса смешанная: двойное дно в грузовых танках, вторые борта и диаметральный переборка в районе 34–169 шп., палуба в районе 18–169 шп., палуба юта имела продольную систему, борта и остальные части оконечности — поперечную. Протяженность шпации в районе грузовых танков была выбрана равной 660 мм, в корме — 600 мм, в носовой оконечности — 400 мм. Высота двойного дна — 800–1000 мм (имелся уклон от борта к ДП). Расстояние между наружным и внутренним бортами — 1580 мм.

Расчетный ресурс связей корпуса судов «Волгонефть» классов «М — СП», «М-ПР» и «М» в соответствии с требованиями Правил РРР к минимально допустимым толщинам представлен на рис. 1.

Построечные толщины танкеров обеспечивали 20-летнюю эксплуатацию судна без ремонта только в классе «М» (т. е. без выхода в море). В классе «М-ПР» значительная часть связей име-

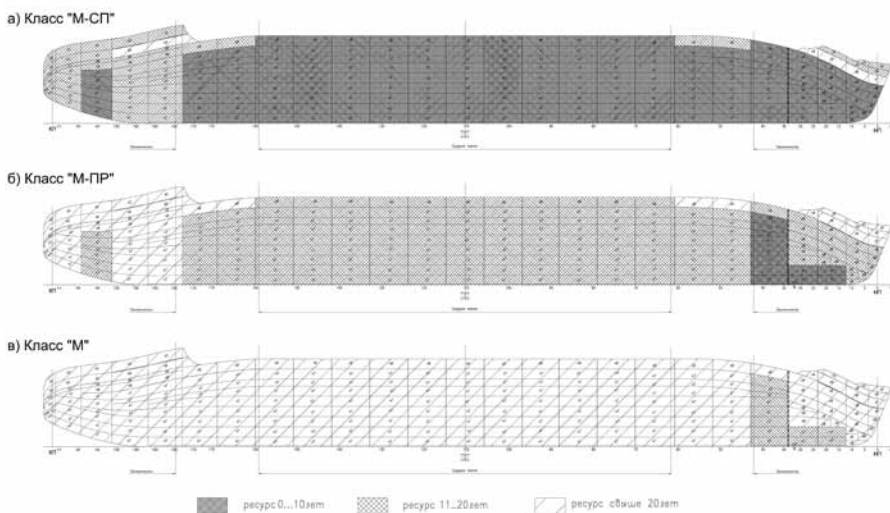


Рис. 1. Растяжка наружной обшивки с указанием ресурса элемента

ла ресурс 10–20 лет, а в классе «М-СП» суда могли без ремонта работать не более 5–10 лет.

С позиций общей прочности «Волго-нефти» без подкреплений накладными полосами по палубе и днищу не отвечают требованиям класса «М-СП 2,5» и с трудом проходят по классу «М-ПР 2,5».

Длительная эксплуатация позволила выявить существенные конструктивные недостатки танкеров этого типа, во многом связанные с отсутствием на тот момент опыта проектирования корпусов судов из стали повышенной прочности (рис. 2):

– резкий переход в носовой и кормовой оконечностях от стали повышенной прочности 09 Г2 к обычной стали Вст3 сп (сталь повышенной прочности использовалась в крайних поясках эквивалентного бруса — шп. 61–160) и существенное уменьшение здесь же толщин палубы и обшивки корпуса (толщины палубы 8 мм в средней части сохранялись только на участке шп.

61–142, далее переходят в 7 мм и даже после шп. 167 — в 6 мм);

– изменение системы набора в корме с продольной на поперечную, что приводит к существенному уменьшению момента сопротивления эквивалентного бруса и предельного момента в этом районе (район шп. 170) — фактически к созданию опасного с точки зрения перелома сечения перед жилой надстройкой;

– малая для танкера толщина верхней палубы в 8 мм, что даже для класса «М» не обеспечивает без ремонта срок служб более 10 лет;

– низкая устойчивость продольных ребер жесткости днища и второго дна (полособульб 10 с пролетом 1980 мм при толщине стенки 6 мм), что, как видно из исследований проф. Г. В. Бойцова [2], приводит к их деформированию даже в обычных эксплуатационных условиях с накоплением повреждений корпуса в целом в виде известной для этого класса судов «горбатости» — значительного пластического перегиба со стрелками, достигающими 400–800 мм;

– холостые шпангоуты также выполнены из такого полособульба 10, что привело к появлению гофрировок по борту — известный визуальный эффект под названием «худая лошадь»;

– крайне малые толщины переборок второго борта (серединные поясья) — 5,0 мм и настила второго дна — 6,0 мм и связанные с ними высокая вероятность образования свищей, что в свою очередь приводит к загрязнению грузов балластных танков, при этом ресурс этих связей не превышает 10 лет;

– крайне малые толщины поперечных водонепроницаемых и грузонепроницаемых переборок второго борта — серединные поясья 5,0 мм, прочие — 6,0 мм;

– толщина стенок поперечного и продольного рамного набора 6 мм не обеспечивает надлежащего ресурса по износу конструкции в целом;

– толщина карлингсов верхней палубы 7 мм, учитывая, что в отличие от современных танкеров этот продольный набор находится не над, а под палубой, в самом грузовом танке, без-пнятно, что его ресурс не превышает без ремонта 10 лет, так как находится в зоне коррозионного влияния паров нефти.

В итоге во всей группе танкеров отмечается интенсивный коррозионный износ корпусных конструкций, в связи с чем ежегодно возрастают объемы ремонтно-восстановительных работ. Но и эти возрастающие объемы ремонта не покрывают фактические потребности — суда вводятся в эксплуатацию с минимальными запасами прочности, которых не хватает на пятилетний цикл между классификационными освидетельствованиями. Объемы ежегодных ремонтов резко выросли и составляют для судов типа «Волго-нефть» 100–200 т замен.

Результатом эксплуатации этих танкеров с выходом в море явились грандиозные объемы восстановления изношенных элементов корпуса, включая полную замену грузовой зоны (от форпиковой переборки до носовой переборки насосного отделения).

Помимо корпуса актуальным является ремонт судовых энергетических установок танкеров за счет замены главных и вспомогательных двигателей, электрического оборудования, противопожарной защиты [9].

Понятно, что столь своеобразное отношение к конструированию судна не могло не отразиться на риске эксплуатации. Всего было выявлено и проанализировано 169 аварий и катастроф с судами пр. 558/550 и 1577/550А [3, 10, 11–13].

Суда имели ограничения по высоте волны 1 %-ной обеспеченности [ $h_{1\%}$ ] от 0,6 до 2,0 м (СВП) и 3 %-ной обеспеченности [ $h_{3\%}$ ] от 2,0 до 3,5 м (ССП).

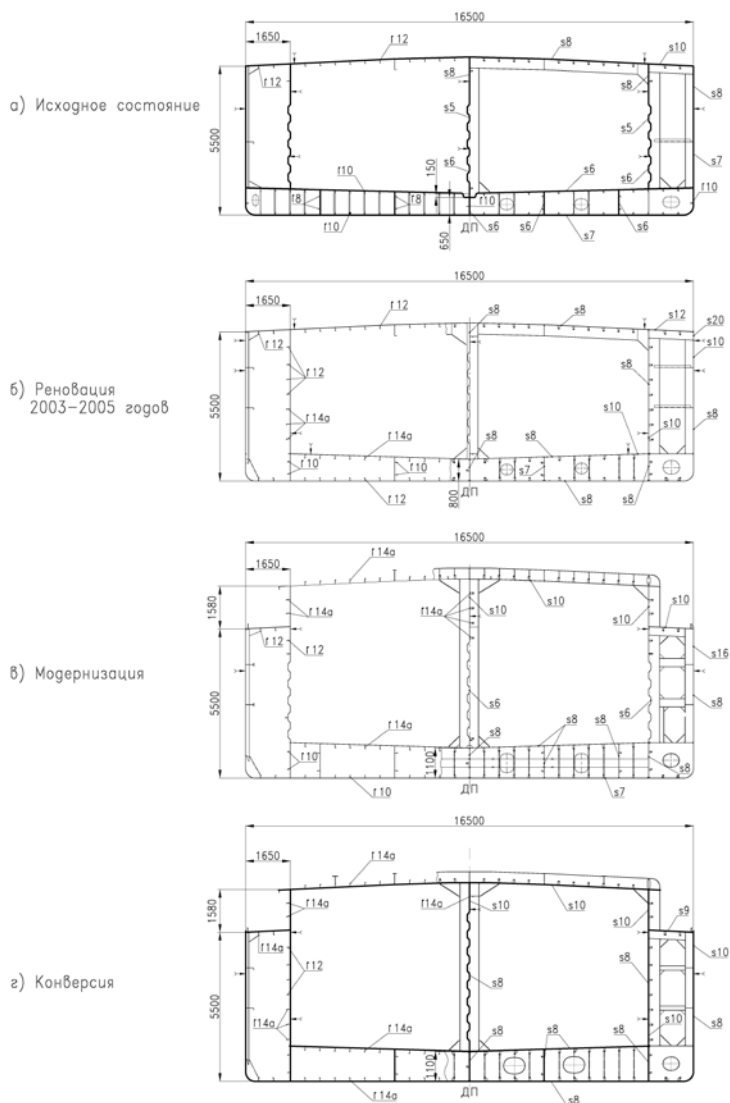


Рис. 2. Мидель-шпангоут танкера типа «Волго-нефть» в различных вариантах

## Идентифицированные опасности для судов «Волгонефть»

№	Опасность	$F_{AB}$ , %	$F_{КАТ}$ , %
<b>1</b>	<b>Опасности, связанные с техническим состоянием корпуса, машин, механизмов и систем судна</b>	<b>99,4</b>	<b>100,0</b>
1.1	Несоответствие технологий, уровня качества и допускаемых дефектов речного судостроения требованиям для морской эксплуатации	8,3	50,0
1.2	Водотечность наружной обшивки, настила второго дна, обшивки второго борта, обшивки поперечных переборок, стенок цистерн	24,9	100,0
1.3	Нарушение технологии при выполнении постройочных, ремонтных и модернизационных работ	82,8	75,0
1.4	Пропуски дефектов при дефектации корпуса, машин, механизмов и устройств	81,7	87,5
1.5	Ошибки проектировщиков	1,8	0,0
1.6	Неисправности и выход из строя машин и механизмов	16,6	25,0
1.7	Большие объемы замен корпусных конструкций при ремонте	3,0	0,0
1.8	Не выполнение требований международной конвенции по грузовой марке в отношении люковых крышек, комингсов и конструкций воздушных труб, вентиляторов, непроницаемых дверей	7,1	50,0
1.9	Неисправности и выход из строя якорного устройства	3,6	0,0
1.10	Неисправности и выход из строя судовых системах	3,6	12,5
1.11	Неисправности и выход из строя рулевого устройства	61,5	0,0
1.12	Неисправности и выход из строя грузового устройства	0,0	0,0
<b>2</b>	<b>Опасности, связанные с нарушениями технологии перевозки груза</b>	<b>13,6</b>	<b>75,0</b>
2.1	Перевозка металлолома	0,0	0,0
2.2	Перевозка взрывоопасных грузов	7,7	25,0
2.3	Грузовые операции с применением грейферов, тяжелых погрузчиков и бульдозеров	0,0	0,0
2.4	Нарушение порядка погрузки/выгрузки в порту, «Инструкции по загрузке», «Наставления по креплению грузов», «Информации об остойчивости»	5,9	50,0
<b>3</b>	<b>Опасности, связанные с действиями судовладельца, береговых операторов и экипажа</b>	<b>81,7</b>	<b>100,0</b>
3.1	Балластировка, не соответствующая указаниями «Инструкции по загрузке и балластировке»	0,6	0,0
3.2	Сознательное нарушение установленных ограничений по району, сезону плавания	8,3	37,5
3.3	Сознательные и кратковременные посадки на мель, выморозка	2,4	0,0
3.4	Навигационные ошибки	23,7	50,0
3.5	Контакт с льдом, контакт со стенками причалов и шлюзов, столкновение с другим судном	20,1	12,5
3.6	Халатное отношение служб порта, бассейнового управления, СРЗ	46,2	62,5
3.7	Ошибка прогноза	16,0	37,5
3.8	Перегруз судна	0,0	0,0
3.9	Смена судовладельца	14,8	50,0
3.10	Сознательная эксплуатация при негодном т/с	0,0	0,0
3.11	Нарушение условий перегона, буксировки	0,6	0,0
3.12	Нарушение безопасного режима отстоя судов	4,1	0,0
3.13	Халатность экипажа, несоблюдение им ЭТД, ПЭЭ	43,7	100,0

$C = 4$  и  $C = 5$ , человеческого фактора в виде ошибок при проведении ремонта (оп. 1.3, 1.6, 3.6) и дефектации (оп. 1.4), при эксплуатации судна (оп. 3.4, 3.6, 3.13).

Особую роль играет смена судовладельца (оп. 3.9), которая сопутствует значительному числу катастроф. Можно сказать, что именно переход судов типа «Волгонефть» из классических структур пароходств в небольшие частные компании инициирует значительную часть других опасностей (см., например, оп. 3.13).

Суда «Волгонефть» вследствие их пониженного стандарта прочности имеют меньшие запасы прочности, чем аналогичные суда неограниченного района плавания. Поэтому все фак-

торы, приводящие к запроектному росту усилий на тихой воде и на волнении — оп. 1.1, 3.2, 3.4, 3.7 — отражаются на тяжести последствий воздействия на корпус.

Рассматриваемые суда работают в тяжелых условиях мелководья и частых шлюзований (до 30 в одном рейсе) летом и в ледовой обстановке зимой, что повышает весомость оп. 3.5, так как она в силу накопления деформационных повреждений и истирания наружной обшивки снижает несущую способность корпусов судов.

Обобщенные данные табл. 2 сформированы на основании обработки аварий и аварийных происшествий (примеры анализа приведены в табл. 3).

Согласно [5], по степени повреждений, нанесенных людям, окружающей среде и техническим средствам, указанные ситуации условно классифицированы пятью уровнями последствий (табл. 1).

Таблица 1

## Классификация последствий аварий и аварийных ситуаций с судами «Волгонефть»

Уровень последствий С	Кол-во рассмотренных происшествий и катастроф	Степень повреждения		
		Воздействие		Повреждение технических средств
		на людей	на окружающую среду	
1 – Light Incident	109	Нет	Нет	Ничтожное
2 – Incident	41	Легкое телесное повреждение	Ничтожное	Незначительное
3 – Casualty	11	Серьезное, необратимое телесное повреждение	Существенное	Серьезное
4 – Serious Casualty	6	Потеря человеческой жизни	Критическое	Значительное
5 – Very Serious Casualty	2	Много человеческих жертв	Катастрофическое	Гибель судна

Формальная оценка последствий обозначается величиной С, определяемой по 5-балльной шкале.

В табл. 2 дана предложенная в [6, 8, 10] и расширенная в [3] краткая классификация основных групп идентифицированных опасностей, имеющих значение для исследования надежности и безопасности нефтеналивных судов «Волгонефть».

Общая частота возникновения опасности во всех исследуемых случаях определяется как  $F_{AB} = N_i/N_{AB}$ , частота возникновения опасности для наиболее тяжелых случаев (катастроф), имеющих уровни последствий  $C = 4$  и  $C = 5$   $F_{КАТ} = N_i/N_{КАТ}$ , где  $N_i$  — число аварийных ситуаций, где имела место  $i$ -я опасность,  $N_{AB}$  — количество всех изучаемых аварий,  $N_{КАТ}$  — количество катастроф.

Обращает на себя внимание тот факт, что ряд опасностей имеет  $F_{КАТ} > F_{AB}$ , что свидетельствует об их значительной роли в увеличении степени тяжести последствий событий.

Среди них водотечность непроницаемых конструкций (оп. 1.2) и близкие к ней по сути оп. 1.8 — невыполнение условий МК-66 (т.е. потенциальная водотечность), оп. 2.2 — перевозка взрывоопасных грузов и оп. 2.4 — нарушение Инструкции по погрузке-выгрузке (ИПВ).

Отмечается существенная доля в событиях, имеющих последствия

Все из рассмотренных 169 случаев аварий и аварийных случаев были проанализированы на основе тех имеющихся данных, а также с помощью математического моделирования разных сценариев развития событий путем построения деревьев отказов (причин) и деревьев событий (последствий). Полученные здесь выводы не всегда совпадают с официальными заключениями и носят сугубо исследовательский характер [7].

В табл. 3 по каждой опасности указан по 3-бальной шкале коэффициент относительной ответственности (весомости) в рассматриваемом случае. По результатам исследования методами теории риска каждого происшествия назначались баллы: 3 — опасность прямого действия, непосредственно приводящая к аварии; 2 — опасность косвенного действия, вызвавшая к жизни опасности с баллом 3; 1 — фоновые опасности, оказавшие неблагоприятное воздействие на ситуацию.

Для каждой опасности был определен обобщенный уровень риска  $R$ , ко-

торый определялся как произведение вероятности возникновения опасности  $F$  на последствия воздействия указанной опасности на объект  $C$ . Условная вероятность  $F$  определялась по 5-бальной шкале (1 — частота возникновения в 0–20 % аварийных случаях, 2 — 21–40 %, 3 — 41–60 %, 4 — 61–80 %, «5» — 81–100 %).

На рис. 3 представлена формальная оценка риска для катастроф.

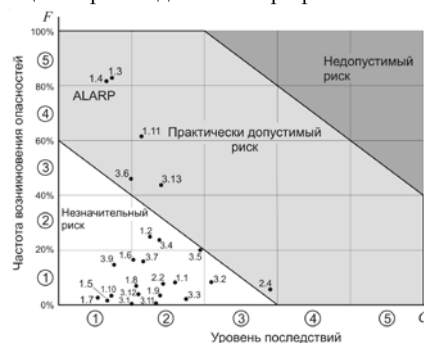


Рис. 3. Матрица риска судов типа «Волgoneфт» (для катастроф)

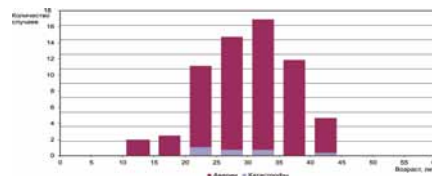


Рис. 4. Зависимости количества аварий и катастроф от возраста судна

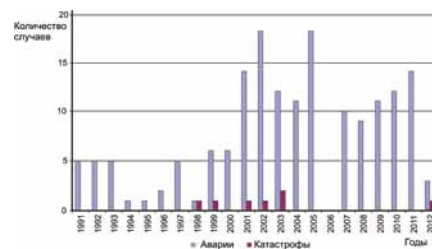


Рис. 5. Распределение количества аварий и катастроф по годам

Учитывая, что общее количество находившихся ежегодно в эксплуатации танкеров исследуемого проекта, составляло около 150 судов, частота ко-

Таблица 3

Идентификация и последствия опасностей, способствовавших катастрофам судов типа «Волgoneфт» (примеры)

№ п.п.	Проект, название, дата постройки, возраст на момент аварии, дата аварии, [h3%]	Вид опасности (номера – см. в тексте статьи) и относительная ответственность													Описание последствий																	
		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11	1.12	2.1		2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	3.12	3.13	
1.	Пр. 1577/550А, «Инженер Назаров», 1968, 44 года, 28.02.2012, [h3%] = 3,5 м		1		1		2				1				2																3	Формализованный уровень последствий (С)
2.	Пр. 1577/550А, «Волgoneфт-265», 1978, 25 лет, 18.11.2003, [h3%] = 2,5 м		1	2	2											3							2			1					2	Перелом корпуса. Нарушение ИПВ (4)
3.	Пр. 1577/550А, «Волgoneфт-248», 1975, 24 года, 29.12.1999, [h3%] = 2,5 м	3	2	2	2			1								3		3		2		2	1		1					2	Перелом корпуса с последующим затоплением. Нарушение ИПВ, района плавания (5)	
4.	Пр. 1577/550А, «Волgoneфт-139», 1978, 29 лет, 11.11.2007, [h3%] = 2,5 м	3	2	1	2			1											3		2				3	1				2	Перелом корпуса во время рейса, затопление. Нарушение района плавания (5)	
5.	Пр. 1577/550А, «Механик Банатов», 1973, 30 лет, 21.03.2003, [h3%] = 3,5 м		1	2	2											3						2									2	Перелом корпуса. Нарушение ИПВ (4)
6.	Пр. 558/550, «Волgoneфт-26», 1967, 35 лет, 16.07.2002, [h3%] = 2 м	3	2	1	2			1												3		2				2	1				1	Перелом корпуса во время рейса. Нарушение района плавания (4)
7.	Пр. 558/550, «Волgoneфт-26», 1967, 31 год, 07.05.1998, [h3%] = 2 м		1	2	2											3							2								2	Перелом корпуса. Нарушение ИПВ (4)
8.	Пр. 1577/550А, «Волgoneфт-138», 1978, 23 года, 27.09.2001, [h3%] = 2,5 м	1	2				2		1						2														2	3	1	Получил при столкновении с сухогрузом «Лилия» пробоину размером 2х2 м в грузовых танках. Вылилось за борт около 700 т нефти (4)

Таблица 4

## Распределение количества аварий и катастроф по классам аварий

Класс аварии	Затопление	Пожары и взрывы	Повреждения корпуса	Повреждения устройств	Σ
<b>Аварии и катастрофы</b>					
Количество	-	11	55	103	169
Относительная доля	-	6,5%	32,5%	60,9%	100,0%
<b>Аварии</b>					
Количество	-	10	48	103	161
Относительная доля	-	6,2%	29,8%	64,0%	100,0%
<b>Катастрофы</b>					
Количество	-	1	7	0	8
Относительная доля	-	12,5%	87,5%	0,0%	100,0%
<b>Относительная опасность класса аварии</b>					
Доля аварий в общем количестве событий	-	91%	87%	100%	
Доля катастроф в общем количестве событий	-	9%	13%	0%	

раблекрушений судов «Волгонефть» за 1991–2012 гг. достигло примерно 2–3 на 1000 судов в год. Данная оценка может быть признана достаточна достоверной, так как случаи с уровнем последствий  $C = 4, 5$  скрыть крайне сложно. При этом эта же величина для периода с 2001 по 2012 г. составила уже 4–5 катастроф на 1000 судов в год.

Ежегодная вероятность аварий и аварийных происшествий с этими судами за 1991–2012 гг. составляет грубо 53 случая на 1000 судов в год. Однако имеющиеся в распоряжении автора данные по случаям с уровнями последствия  $C = 1, 2$  и 3 нельзя признать полными. Фактически данная величина должна быть существенно выше, возможно, в пределах 100–150 случаев на 1000 судов в год.

Анализ рис. 3 позволяет сделать следующие выводы о ранжировании опасностей:

– наибольшую опасность для судов типа «Волгонефть» представляют опасности 1.2 (водотечность обшивки), 1.4 (пропуски дефектов при дефектации), 3.13 (нарушение ПТЭ экипажем), существующий уровень риска по данным опасностям относится к зоне «недопустимого риска»;

– оп. 1.1 (неподготовленность судна к морской эксплуатации), опасности 2.4 (нарушение «Инструкции по загрузке»), 3.2 (нарушение ограничений по волнению и району плавания), 1.3 (нарушение технологии), 3.4 (навигационные ошибки), 3.6 (некачественная работа береговых служб), 3.7 (ошибка прогнозов) имеют достаточно высокий формальный уровень риска, как по частоте, так и по последствиям, которые относятся к зоне «ALARP», т. е. находится в пределах минимально практически допустимого риска;

– опасности 1.8 (невыполнение условий МК-66, т. е. потенциальная водотечность) и 3.9 (смена судовладельца)

относятся к зоне «ALARP» за счет высокой частоты возникновения;

– опасности 3.5 (столкновения), 1.6 (неисправности и выход из строя машин и механизмов) и 2.2 (перевозка взрывоопасных грузов) относятся к зоне «ALARP» за счет тяжести последствий.

Согласно подходам, принятым в методе формализованной оценки безопасности [1, 3], суда, подверженные опасности, отнесенным по уровню риска к зоне «недопустимого риска», должны быть подвергнуты процедуре управления риском (снижения частоты и/или последствий), несмотря на уровень затрат, требуемых для этого. При наличии опасности из зоны «ALARP» требуется проведение технико-экономического анализа с определением оптимальных по стоимости мероприятий по снижению уровня риска.

Решение задачи управления риском судов «Волгонефть» при воздействии опасности 1.2 требует значительных замен листов обшивки и настилов во время ремонтов. Опасности 1.4 и 3.13 относятся к области управления человеческим фактором.

На основании статистики были построены графические зависимости числа аварий и катастроф от возраста судна (рис. 4) и распределение по годам (рис. 5).

Из рис. 4 следует вывод об устойчивом росте аварийности для судов старше 20 лет с пиком аварий судов в возрасте 30 лет.

Рис. 5 позволяет отметить цикличность аварийных случаев. Максимальное количество аварийных случаев приходится на 2001–2005 гг. (18 аварийных случаев в год в 2002 и 2005 гг.). За 2012 г. данные неполные.

Интерес представляет также распределение по классам аварий (табл. 4). Как видно из нее, при всех уровнях последствий роль повреждений устройств — 61 % от общего количества событий, повреждений корпуса — 32,5 %, на по-

жары и взрывы приходится порядка 6,5 %. Начиная с 1991 г. не было ни одного случая, связанного с затоплением. При уровнях последствий  $C = 1, 2, 3$  (аварии) процентное соотношение классов аварий сохраняется.

При уровнях последствий  $C = 4$  и 5 (катастрофы) на повреждения корпуса приходится 87,5 % из всех катастроф, на пожары и взрывы — 12,5 %.

Главной экологической проблемой судов типа «Волгонефть» [9, 13] является наличие высоты второго дна, не удовлетворяющей требованиям МК МАРПОЛ. Согласно Правилу 19 МАРПОЛ 73/78 фактическая высота двойного дна такого танкера должна быть не менее минимального значения, определяемого по формуле  $h = B/15 \geq 0,76$  м.

На рис. 2 приведены поперечные сечения судов до и после проведения работ по выполнению предписаний МК МАРПОЛ 73/78, которые характеризуют основные конструктивные решения по доведению судов «Волгонефть» до международных требований.

Подобные подходы позволяют продлить срок службы существующих танкеров на срок 5–15 лет и обеспечить заданный международным сообществом уровень экологической безопасности.

Однако практически исполнить такие работы одновременно на десятках отечественных танкеров не представляется возможным. Например, на переоборудование т/х «Виктор Астафьев» было затрачено около двух лет, более простые варианты, такие как подъем второго дна на т/х «Механик Хачепуридзе», выполняются 90–120 суток. Даже если на это будут изысканы соответствующие значительные средства, не хватит судостроительных и судоремонтных площадок. К началу 2013 г. второе дно было поднято на 23 танкерах типа «Волго-Нефть» пр. 1577/550А и 3 танкерах пр. 630.

Более того, подъем второго дна (табл. 5) не является единственным мероприятием из выше упомянутых, по доведению до требований МАРПОЛ, остальные мероприятия на 20 из 23 танкеров типа «Волгонефть» выполнены не были. Поэтому эти суда все равно не соответствуют международным конвенциям.

Только три судна пр. 1577/550А были полностью приведены к международным требованиям по экологической безопасности.

Это сыграло однозначно положительную роль в аварии 13 октября 2011 г., когда один из трех полностью переоборудованных судов — танкер «Григорий Бугров» с грузом 6138 т мазута — столкнулся с подводным объектом в Северном Каспии. После столкновения в течение короткого времени было затоплено машинное отделение, судно

потеряло ход, обсточилось, получило крен около 30° на левый борт и дифферент 4,5 м на корму. В результате танкер сел кормой на грунт.

В 2005 г. корпус этого судна (рис. 2, в) в пределах грузовой зоны был изготовлен заново, с измененной в соответствии с требованиями МАРПОЛ геометрией (высота двойного дна в ДП 1100 мм, у второго борта — 1300 мм). При этом образован тронк высотой 1500 мм, момент сопротивления корпуса в средней части нового корпуса имел 16 %-ный запас по отношению к требованиям класса ИСП. В отличие от обычных судов типа «Волгонефть» в средней части его корпуса во время переоборудования были выполнены не две, а четыре группы балластных танков, что существенно облегчило положение танкера в аварийной ситуации.

Цифровая модель аварийной ситуации с судном «Григорий Бугров», позволившая определить посадку, остойчивость и прочность, была выполнена «Морским Инженерным Бюро» к 19.00 13.10.2011 г., далее уточнялась по мере получения новых фактических данных с выдачей оперативных рекомендаций штабу по ликвидации последствий аварии. В наиболее опасной зоне в районе насосного отделения (перед надстройкой) изгибающий момент на тихой воде имел экстремум. Момент перегибающий, при этом днище оказалось сжато, когда перегиб в этой зоне стал возрастать из-за откатки груза в кормовых танках, возникла опасность перелома, так как это «большое» место судов типа «Волгонефть». Кроме того, расчеты аварийной остойчивости показали вполне реальные проблемы с динамической остойчивостью.

В итоге были сформулированы первоочередные задачи операции — уменьшение осадки кормой (постановка судна на плаву), борьба с креном при контроле прочности в районе насосного отделения и даны рекомендации по порядку проведения работ: вначале следовало выгрузить максимально возможно из танка 7; обеспечить выгрузку из танка 5 (при этом обращалось внимание, что при завершении этого этапа возник крен на правый борт, соответственно, выгрузку дальше осуществлять одновременно из танков 5 и 8 — до получения необходимых осадок и выравнивая крен; выдавливание воды из балластных цистерн (11 и 13, затем 25 и 9), а также 12 (так как впоследствии была обнаружена вода в цистерне 12 правого борта, которая, вероятно, была затоплена водой позже, в результате повреждения вентиляционных головок во время шторма 19—21 октября); герметизация и откатка воды из помещений юта, рум-

Правило МАРПОЛ 73/78	Требование Правила	Фактическое выполнение на судне	Примечание
Правило 14, п. 1	Каждое судно валовой вместимостью более 400 т оснащается оборудованием для фильтрации нефти	Сепаратор льяльных вод с сигнализатором превышения содержания нефти в стоке более 15 миллионов долей отсутствует	Требуется только для судов, эксплуатирующихся вне особых районов (Каспийское море не является особым районом — сепаратор требуется)
Правило 20, п. 3.2	Высота двойного дна на танкерах дедвейтом более 5000 т, построенных до 6 июля 1996 г. должна быть не менее $B/15$ , т.е. $16,5 / 15 = 1,1$ м	Фактическая высота второго дна в ДП — 0,8 м	При подъеме второго дна выполняется
Правило 21, п. 4	Высота двойного дна на танкерах дедвейтом более 600 т, но менее 5000 т, перевозящих нефть тяжелых сортов (более 900 кг/м <sup>3</sup> или вязкостью более 180 мм <sup>2</sup> /с) должна быть не менее $B/15$ , т.е. $16,5 / 15 = 1,1$ м	Фактическая высота второго дна в ДП — 0,8 м	При подъеме второго дна выполняется
Правило 26, п. 4	Длина любого грузового танка не должна быть больше расчётной величины, равной 21,96 м	Фактическая длина грузовых танков составляет 23,76 м	Требуется либо установка коффердамов либо передвинуть существующие поперечные переборки в грузовых танках
Правило 29, п. 1, 2.1	Должны предусматриваться отстойные танки и система мойки танков	Отстойные танки и система мойки танков отсутствуют	Требуется выделение отстойных танков
Правило 31	Танкеры валовой вместимостью 150 и более должны быть оборудованы системой автоматического замера, регистрации и управления сбросом нефти	САЗРИУС отсутствует	Требуется только для судов, эксплуатирующихся вне особых районов (Каспийское море — САЗРИУС требуется)
Правило 32	Танкеры валовой вместимостью 150 и более должны быть оборудованы индикаторами поверхности раздела нефть/вода в отстойных танках	Индикаторы поверхности раздела нефть/вода в отстойных танках отсутствуют	

пельного, машинного отделения. Для устранения крена груз также выгружался из танков 6 и 8 (симметричных танкам 5 и 7). При всплытии кормы и при дальнейшей откатке воды из машинного отделения с целью недопущения дифферента на нос осуществлялся перепуск груза с танков 3 и 4 в танки 5 и 6 с последующей выгрузкой на другой танкер. Основная цель — получить состояние судна с наибольшей осадкой не более 4,20—4,30 м (для обеспечения возможности буксировки танкера в Астрахань).

23 октября к 19.45 основные мероприятия по борьбе за живучесть, включая выгрузку мазута (всего было выгружено 4405 т) завершились. «Морское Инженерное Бюро» разработало проект буксировки танкера, и с 03.00 24.10.2011 г. по 17.45 25.10.2011 г. такой перегон был благополучно осуществлен.

Фактические размеры поврежденного были выявлены позже, когда судно стало всплывать, так как до этого

танкер «лежал» на этих пробойнах. Танкер получил пять последовательных пробоин днища с левого борта на длине около 96 м (72 % от габаритной длины судна — от форрика до машинного отделения) и принял около 3000 т забортной воды (28 % от водоизмещения по ЛГВЛ). Учитывая, что на борту было еще и 6138 т груза и около 80 т запасов, следует признать, что состояние судна было крайне опасным, и сама операция с таким объектом крайне тяжелой (как говорится, «на грани возможного»).

Результат аварийно-спасательной операции: экипаж не пострадал, разлива груза не допустили, модернизированное судно «Григорий Бугров» спасено. Понятно, что если бы в такой ситуации оказался танкер в исходном состоянии, то последствия, скорее всего, были бы совершенно иными и избежать экологической катастрофы в российской части Каспия не удалось бы.

## ВЫВОДЫ

1. Фактически, за счет широчайшего применения элементов с толщинами 5–7 мм удалось минимизировать массы корпуса танкера и, соответственно, увеличить его грузоподъемность в реке, однако оборотной стороной медали было заметное снижение эксплуатационного ресурса судна, т. е. длительности безопасной эксплуатации без ремонта.

Во всей группе танкеров отмечается интенсивный коррозионный износ корпусных конструкций, в связи с чем ежегодно возрастают объемы ремонтно-восстановительных работ. Но и эти возрастающие из года в год объемы ремонта не покрывают фактические потребности — суда вводятся в эксплуатацию с минимальными запасами прочности, которых не хватает на пятилетний цикл между классификационными освидетельствованиями.

2. Анализ риска показал, что суда типа «Волгонефть»:

- имеют меньшие запасы прочности, чем аналогичные суда неограниченного района плавания. Поэтому все факторы, приводящие к запроектному росту усилий на тихой воде и на волнении, отражаются на тяжести последствий воздействия на корпус,

- работают в тяжелых условиях мелководья и частых шлюзований летом и в ледовой обстановке зимой,

- деформационные повреждения и истирания наружной обшивки снижают несущую способность корпусов судов.

- наибольшую опасность для судов «Волгонефть» представляют оп. 1.2 (водотечность обшивки), 1.4 (пропуски дефектов при дефектации), 3.13 (нарушение правил технической эксплуатации экипажем), существующий уровень риска по данным опасностям относится к зоне «недопустимого риска»,

- опасности 1.1 (неподготовленность судна к морской эксплуатации), оп. 2.4 (нарушение «Инструкции по загрузке»), 3.2 (нарушение ограничений по волнению и району плавания), 1.3 (нарушение технологии), 3.4 (навигационные ошибки), 3.6 (некачественная работа береговых служб), 3.7 (ошибка прогнозов) имеют достаточно высокий формальный уровень риска, как по частоте, так и по последствиям.

3. Наблюдается устойчивый рост аварийности для судов старше 20 лет с пиком аварий для судов с возрастом 30 лет.

4. Выявлено, что катастрофы судов типа «Волгонефть» происходят, как

правило, из-за повреждений корпуса — 87,5 %, а из-за пожаров и взрывов всего 12,5 %, что достаточно необычно для танкера.

5. Учитывая, что общее количество находившихся ежегодно в эксплуатации танкеров исследуемого проекта составляло около 150 судов, частота кораблекрушений с «Волгонефтями» за 1991–2012 гг. достигло примерно 2–3 на 1000 судов в год. Та же величина для периода с 2001 по 2012 г. увеличилась примерно в два раза и составила 4–5 катастроф на 1000 судов в год.

6. Главной экологической проблемой судов типа «Волгонефть» является высота второго дна, не удовлетворяющей требованиям МК МАРПОЛ, избыточные длины грузовых танков и отсутствие отстойных танков.

7. Возможные варианты «долговременных» действий по обеспечению безопасной эксплуатации танкеров типа «Волгонефть»:

- перевозка только светлых нефтепродуктов, т. е. грузов с плотностью 0,900 т/м<sup>3</sup> и менее;

- модернизация в сухогрузы;

- подъем второго дна без изменения года постройки (модернизация);

- замена грузовой зоны с изменением года постройки (конверсия).

8. Используя эти принципы, были разработаны:

- проект модернизации танкеров пр. 550А/1577 типа «Волгонефть» с заменой грузовой зоны на новую, спроектированную с учетом всех международных требований, который был реализован на двух танкерах компании «Волготанкер» («Механик Воронков», «Григорий Бугров») и «Волгонефть 228» судоходной компании «Енисей»;

- проект модернизации танкеров пр. 630 путем подъема второго дна до уровня, регламентированного МК МАРПОЛ, который был реализован на танкерах проекта 630 судоходной компании «Волготранс»;

- проект «конверсии» RST11 танкера пр. 1577 с новым годом постройки.

Однако практически выполнить такие работы одновременно на десятках отечественных танкеров не представляется возможным.

Поэтому все перечисленные выше подходы могут «сгладить» ситуацию переходного периода. В долгосрочном плане обеспечение устойчивых безопасных перевозок нефти и нефтепродуктов на танкерах смешанного река-море плавания возможно только за счет нового судостроения [1, 4].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Багаутдинов Р.Д., Егоров Г.В. Концепция танкеров смешанного плавания нового поколения//Морская Биржа. — 2012. — № 2 (40). — С. 22–35.
2. Бойцов Г.В., Александров А.В., Анкудинов О.С. Анализ и оценке остаточных деформаций корпусов судов смешанного плавания при пониженных запасах устойчивости их продольного набора//Тр. ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова: Вопросы прочности транспортных судов. — 2006. — Вып. 38 (312). — С. 16–22.
3. Егоров А.Г. Формализованная оценка безопасности судов внутреннего и смешанного (река-море) плавания. — Тр. ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова. — 2012. — Вып. 67 (351). — С. 41–54.
4. Егоров Г.В. Проектирование судов ограниченных районов плавания на основании теории риска. — СПб.: Судостроение, 2007. — 384 с.
5. Он же. Развитие требований к средствам контроля загрузки морских и смешанного плавания судов//Автоматизация судовых технических средств: Науч. — техн. сб. — Одесса: ОГМА, 2000. — Вып. 5. — С. 36–53.
6. Он же. Исследование риска при эксплуатации судов смешанного плавания//Зб. наук. праць УДМТУ. — Миколаїв: УДМТУ, 2000. — № 5. — С. 49–59.
7. Он же. О причинах переломов корпусов судов//Проблемы техники. — 2002. — № 2. — С. 3–15.
8. Он же. Анализ аварий корпусов судов ограниченных районов плавания//Проблемы техники. — 2002. — № 3. — С. 3–25.
9. Он же. Суда смешанного река-море плавания: перспективы существующего флота//Зб. наук. праць НУК. — Миколаїв: НУК, 2008. — № 3 (420). — С. 3–12.
10. Он же. Исследование риска аварий корпусов транспортных судов ограниченных районов плавания за 1991–2010 годы//Вісник ОНМУ. — Одеса: ОНМУ, 2010. — Вип. 30. — С. 53–76.
11. Обзор повреждений судов и их элементов за 1991–2001 гг. //Российский Речной Регистр. — М.: РРР, 2002. — 96 с.
12. Преснов С.В. Аварийность судов внутреннего и смешанного (река-море) плавания в морских районах в 2002 г. — Наука и техника на речном транспорте: информационный сборник. — М.: ЦБНТИ МТ РФ, 2003. — С. 22–31.
13. Он же. Пути приведения в соответствие требованиям МАРПОЛ самоходных нефтеналивных судов с классом Российского Речного Регистра, выходящих в морские районы. — Тр. ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова. — СПб: ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 2010. — Вып. 5 (339). — С. 36–47.
14. Чемоданов М.Н. Танкер смешанного река-море плавания типа «Волгонефть»//Судостроение. — 1974. — № 11. — С. 3–5. ■



**Р**астущие требования к энергетической эффективности промышленных предприятий, в соответствии с Федеральным законом РФ от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ, «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» вызывают необходимость совершенствования систем энергоменеджмента в рамках энергоэффективности и энергосбережения отраслевых объектов.

ЗАО «Морские навигационные системы» (ЗАО «МНС») развивает направление «Энергосистемы», ориентированное на решение ключевых вопросов проектирования и строительства энергетических систем для объектов судостроительной, нефтегазовой отраслей и военно-промышленного комплекса в рамках малой энергетики.

Малая энергетика связана с получением независимых от централизованных сетей тепла и электричества. Характерная черта установок в малой энергетике – компактные размеры генераторных блоков и, как правило, мобильность конструкций. Малая энергетика играет большую роль в обеспечении надежности электроснабжения и энергетической безопасности потребителей, что является важной компонентой национальной безопасности страны и трактуется как состояние защищенности граждан, общества, государства, экономики от обусловленных внутренними и внешними факторами угроз дефицита всех видов энергии и энергетических ресурсов. Обширной сферой применения средств малой энергетики является резервное (аварийное) электроснабжение потребителей, требующее повышенной надежности и не допускающее перерывов подачи энергии при авариях в зонах централизованного электроснабжения. Этот вид энергетики конкурентоспособен и в тех зонах, где большая энергетика до сего времени рассматривалась как безальтернативная. Например, на промышленных предприятиях, где постоянное повышение платы за подключение к централизованным сетям или за увеличение мощности вынуждает потребителей строить собственные источники энергии.

Малая энергетика призвана сыграть важную роль в модернизации судостроительной отрасли, энергоснабжении уже существующих, модернизируемых и строящихся верфей и портовых комплексов.

Особое значение малая энергетика имеет для устойчивого энергоснабжения инфраструктуры ВМФ, Пограничной службы ФСБ РФ и объектов федеральной таможенной службы, таких как военно-морские базы, пункты маневрен-

## СОВРЕМЕННЫЕ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ ОБЪЕКТОВ МОРСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

*Е. Б. Васильев, директор,*

*Д. А. Губницын, зам. директора, направление «Энергосистемы» ЗАО «МНС»,  
контакт. тел. (812) 320 38 40*



*Производство мобильных электростанций для электроснабжения объектов  
Министерства обороны РФ*

ного базирования, маяки, сухопутные объекты береговой охраны, пограничные посты, таможенные пункты и прочие ответственные объекты, расположенные на территории РФ и за ее пределами, где перерывы или прекращение подачи электроэнергии от национальных сетей может стать инструментом политического и экономического давления

### АВТОНОМНОЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ

Любое развивающееся производственное предприятие сталкивается с проблемой организации энергоснабжения или на начальном этапе – при строительстве, или на этапе роста, когда нужны дополнительные мощности для развития. Наиболее распространенный вариант – подключение к централизованным сетям. Для его осуществления необходимо обратиться в местную сетевую компанию, оплатить технологическое подключение и выполнить многочисленные технические условия. В числе этих условий – подача информации о величине присоединяемой мощности, категории электроснабжения, схеме подключения и том, какие работы абоненту необходимо провести для того, чтобы подключиться к сетям. В зависимости от присоединяемой мощности это может быть замена трансформаторов в подстанциях, прокладка новых кабельных линий, ремонт кабельного

киоска, ремонт электрощитовой и т.п. По техническим условиям выполняются предпроектные и проектные разработки (проект электроснабжения). На их основе выдается акт о технологическом присоединении или составляется договор о приобретении дополнительной или новой мощности. С каждым годом процедура технологического присоединения к централизованным сетям становится все сложнее, предприятия сталкиваются с проблемами качества энергии, высокой стоимостью мероприятий по подключению или отсутствием такой возможности, постоянного роста тарифов на энергию.

Сегодня все более привлекательным становится именно автономное энергоснабжение. Существуют различные варианты – строительство электростанций, строительство энергоцентров на когенерационном оборудовании, которое одновременно вырабатывает электрическую и тепловую энергию, тригенерационные решения (электроэнергия, тепло, холод).

При организации автономного энергоснабжения целесообразнее использовать газовое топливо (при его доступности) – это позволяет окупить инвестиции в оборудование, а за счет низкой стоимости газа уменьшить себестоимость вырабатываемой энергии будет значительно ниже централизованных

тарифов. В тех же местах, где применять газ в виде топлива затруднительно, используются электростанции на жидком топливе.

## ГЕНЕРАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

МНС-Энергосистемы выполняет весь спектр услуг, связанных с созданием энергетических объектов, в том числе проектирование и разработку инженерно-технических решений. На стадии разработки проекта проводятся оценка стоимости инвестиций и подбор оборудования. Газовое или дизельное генераторное оборудование должно быть установлено в строгом соответствии с нормами проектирования энергетических объектов, основанных на действующих ГОСТ, СНиП, инструкциях и правилах. Здания, в которых планируется размещение генерирующего оборудования, должны отвечать всем требованиям безопасности. Помимо этого надежная работа техники напрямую зависит от условий, в которых она эксплуатируется. Поэтому на первом этапе осуществляется тщательный подбор агрегатов и интегрирования их в уже имеющиеся инженерные коммуникации.

Проектирование установок основного и резервного энергоснабжения можно разделить на следующие стадии:

- обследование зданий и помещений, планируемых для установки электростанций,
- разработка необходимой документации,
- согласование проектной документации в контролирующих организациях и государственных органах надзора,
- подбор оборудования в соответствии с согласованным энергетическим решением.

В случае установки электростанций на промышленных объектах и производствах необходимо пройти процедуру согласования. Проектирование энергетических объектов МНС-Энергосистемы проводится лицензированными специалистами компании. Проектные работы выполняются на базе норм технологического проектирования электростанций, в которых прописаны все требования к вновь возводимым и реконструируемым электростанциям. Крупные энергетические объекты, как правило, размещаются в отдельно стоящих зданиях, имеющих собственные вспомогательные сооружения. Для резервирования потребителей, которые находятся в одном здании, предусмотрены встроенные генерирующие установки. Согласно нормам технологического проектирования энергетических объектов, запрещается интегрирование электростанций большой мощности в сооружениях, где находятся легковоспламе-

няющиеся и горючие вещества, а также в общественных зданиях. На основных электростанциях предусматривается минимум одна аварийная установка, мощность которой соответствует основной. Согласно нормам проектирования энергетических объектов, комплектация оборудования должна создавать оптимальные условия для выполнения профилактических и ремонтных работ, а также обеспечить безопасное и удобное техническое обслуживание электростанции. Суммарная мощность агрегатов должна покрывать максимальную нагрузку, учитывая при этом запуск двигателей и собственные нужды установки в электроэнергию.



**Решение резервного электроснабжения объекта на базе дизель-генераторных установок в модульном контейнерном исполнении**

Сотрудники направления «Энергосистемы» имеют обширный опыт реализации подобных проектов, на базе которых созданы и успешно эксплуатируются объекты энергетики в различных регионах РФ. Объектами проектирования электростанций и миниТЭЦ являются объекты судостроительной отрасли и силовых ведомств, жилые комплексы, бизнес-центры, медицинские учреждения, удаленные поселки, не имеющие централизованных электрических сетей, промышленные производственные предприятия.

Предпосылки для установки независимых электростанций:

- невозможность присоединения к существующим электросетям;
- низкое качество тепло- и электроэнергии;
- высокая стоимость электроэнергии;
- производственный процесс, требующий бесперебойного электроснабжения;
- необходимость самостоятельного контроля энергоснабжения.

При проектировании энергетических объектов наши специалисты используют генерирующее оборудование известных заводов-производителей, что гарантирует надежную эксплуатацию установок. Дизель-генераторные агрегаты могут применяться в качестве аварийного источника питания на ТЭЦ,

а также служить источником основного энергоснабжения на буровых установках, резервным источником электропитания для производственных процессов в промышленности т. д. Грамотное проектирование дает возможность получить качественную электроэнергию и надежную эксплуатацию при минимальных финансовых и трудовых затратах на техническое обслуживание объекта.

## КОГЕНЕРАЦИЯ. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ И ТЕПЛОВАЯ ЭНЕРГИЯ

*Когенерация* — процесс совместной выработки электрической и тепловой энергии. Когенерационные системы могут быть использованы для энергообеспечения практически любых объектов. Установки предназначены для отопления, поддержания технологических процессов и как аварийный или основной источник электроснабжения. Применение когенерационных установок позволяет обеспечить объект качественной электроэнергией и теплом без реконструкции магистральных коммуникаций. Автономная работа системы обеспечивает устойчивые характеристики производимой электроэнергии по напряжению и частоте и стабильные параметры температуры выдаваемого тепла. За счет расположения источника энергоснабжения в непосредственной близости от потребителя значительно снижаются потери при передаче электроэнергии и тепла.

Благодаря гибкому изменению параметров системы, когенерационные установки становятся альтернативной централизованным теплосетям. Потребитель, имеющий в эксплуатации электростанцию, приобретает энергетическую независимость от крупных монополий и стабильно повышающихся тарифов на их услуги. Компактные и экологически чистые когенерационные электростанции позволяют покрыть дефицит генерирующих мощностей и увеличить ресурс предприятия.

В настоящее время потребление электроэнергии стабильно увеличивается. Использование малой энергетики в виде когенерационных установок дает возможность обеспечения энергетической независимости объектов и снабжения их теплом и электроэнергией с заданными характеристиками. Использование этого оборудования значительно снижает затраты на потребляемую электроэнергию, что дает значительный экономический эффект. Когенерационные установки решают проблему пиковых нагрузок, перебоев с энергоснабжением в централизованных тепло- и электросетях, обеспечивают автономность энергообеспечения. Когенерационные электростанции легко транспортируются и устанавливаются, их можно ис-

пользовать для временного обеспечения объектов теплом и электроэнергией.

Когенераторы, предлагаемые компанией ЗАО «МНС», отвечают самым жестким требованиям экологической безопасности и уровню шума. Такие характеристики установок позволяют использовать их даже в черте города. Это оборудование имеет низкий уровень вредных выбросов в атмосферу и разрешение на применение по всей территории РФ.

### **ТРИГЕНЕРАЦИЯ. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО, ТЕПЛО, ХОЛОД**

*Тригенерация* — это комбинация когенерационной установки, вырабатывающей электрическую и утилизируемую тепловую энергию, с абсорбционной холодильной установкой, вырабатывающей холод за счет потребления произведенной тепловой и незначительного количества электрической энергии. Она является более выгодной, в части эффективности использования топлива, чем чисто когенерационная установка, поскольку дает возможность утилизации тепла не только в холодное время года, но и в теплое время, вне отопительного сезона. Благодаря тригенерации можно заметно снизить потребление электроэнергии на производство холода и пустить ее на технологические нужды, в том числе использовать в системах кондиционирования.

Создание систем тригенерации основывается на достаточно сложных технических расчетах, требует достаточно крупных капитальных вложений, но при этом экономия от применения энергоэффективных технологий позволяет в разумный срок окупить первоначальные затраты. Таким образом, тригенерация — это один из наиболее эффективных способов экономии без нарушения налаженных производственных процессов и при соблюдении экологических требований. Источником утилизируемого тепла могут быть газопоршневые, газотурбинные и микротурбинные электростанции, в которых могут быть использованы как традиционное (попутный или природный газ), так и возобновляемое (биогаз) топливо.



*Энергоцентр – решение автономного энергоснабжения завода*

Разработка и внедрение комплексных решений по проектированию и строительству систем энергообеспечения предприятий осуществляется в тесном сотрудничестве с заводами-изготовителями энергетического оборудования: Motoren Werke Mannheim («MWM», Германия) — производитель газопоршневых установок, «OPRA TURBINES» (Нидерланды) — производитель газотурбинных установок, «FlexEnergy Inc.» (США) — производитель микротурбин. Также привлекаются профильные научно-исследовательские и проектные институты.

### **ГАРАНТИРОВАННОЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ (РЕЗЕРВНОЕ)**

*Системы гарантированного электропитания* — это полностью автономные источники энергии. В случае выхода из строя основной сети электроснабжения они обеспечивают гарантированную подачу электроэнергии потребителям. На сегодняшний день дизель-генераторная установка (далее — ДГУ) — действительно наиболее популярный резервный источник. Дизельные электростанции имеют относительно несложную конструкцию: двигатель внутреннего сгорания вращает электрогенератор постоянного тока, который и вырабатывает электроэнергию. Поэтому ДГУ чрезвычайно надежны и имеют большой ресурс. Из всех существующих двигателей внутреннего сгорания дизельный двигатель — один из самых мощных и позволяет экономить на топливе. Наша компания имеет полномочия официальных представителей и предлагает весь модельный ряд дизель-генераторного оборудования таких лидеров, как «FG WILSON» (Великобритания), «GENELEC» (Испания–Франция), МПЗ (Московский прожекторный завод, Россия).

### **БЕСПЕРЕБОЙНОЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ**

На предприятиях непрерывного цикла производства и на объектах, где перебои в электропитании могут привести к потере управления, налаженное бесперебойное электроснабжение позволит продолжить деятельность даже в случаях пропадания электроэнергии при авариях или санкционированных плановых отключениях. МНС-Энергосистемы в сфере систем бесперебойного электроснабжения строит свои решения на базе источников бесперебойного питания ведущих мировых производителей: APC by Schneider Electric (Франция-США), EATON (США), RIELLO (Италия), DELTA (Китай). Используя такие источники, можно скорректировать параметры электропитания и защитить электрооборудование при выходе

параметров электрического тока за допустимые нормы и тем самым обеспечить надежное электроснабжение.

Энергоснабжение объектов напрямую зависит от комплексного решения инженерных задач. Для обеспечения критичного оборудования гарантированным и бесперебойным электропитанием совместно с дизельной электростанцией необходимо использовать источник бесперебойного питания, который обеспечит «неразрывность» синусоиды напряжения в случае аварии в сети общего пользования и защиту оборудования от всех видов электрических помех. Используя источники бесперебойного питания можно обеспечить надежное электроснабжение предприятий любой отрасли деятельности. Бесперебойное электроснабжение позволяет полностью исключить риски, связанные с непредвиденным отключением напряжения в центральных электросетях.

Область применения источников бесперебойного питания чрезвычайно широка. Выбрать необходимые для конкретных условий источники бесперебойного питания — весьма специфичная задача, которая требует технической грамотности и подготовки, особенно при построении системы бесперебойного питания с резервированием по схемам N+N или N+1. Одно из применений ИБП, также требующее особого подхода, исходя из особенностей оборудования — это совместная работа с дизельной электростанцией, направленная на гарантированное электроснабжение различных предприятий. В случае возникновения критических ситуаций данные системы обеспечивают бесперебойное электроснабжение до восстановления работы внешних источников электроэнергии.

### **КОМПЕТЕНЦИИ НАПРАВЛЕНИЯ МНС-ЭНЕРГОСИСТЕМЫ**

Команда профессионалов направления МНС-Энергосистемы, обладающих серьезными компетенциями, подтвержденными сертификатами производителей, и обширными практическими навыками в создании и эксплуатации энергетических систем, готова предложить оптимальные решения и качественное управление на всех этапах реализации инженеринговых проектов энергоснабжения объектов — от этапа проектирования и согласования, до этапа ввода в эксплуатацию оборудования, гарантийной и сервисной поддержки:

- ▶ Проектно-исследовательские работы:
- ▶ предпроектное обследование,
- ▶ разработка технико-экономического обоснования,
- ▶ разработка технического решения и подготовка технического задания,
- ▶ разработка и согласование проектно-сметной документации.

Поставка тепло-, электроэнергетического и сопутствующего оборудования.

Производство электрощитов учета и распределения, щитов связи, управления и автоматизации.

Строительно-монтажные работы по устройству:

➤ систем гарантированного и бесперебойного резервного (аварийного) и автономного энергообеспечения,

➤ сетей связи и электроснабжения, узлов учета и распределения электрической и тепловой энергии,

➤ тепловых пунктов и котельных, газовых и на жидком топливе.

Пуско-наладочные работы по поставляемому оборудованию и системам.

Обучение персонала и эксплуатация энергетических объектов.

Гарантийное и постгарантийное техническое обслуживание энергетического оборудования и систем.

Специалистами направления МНС-Энергосистемы разработаны и внедряются энергетические решения «под ключ»:

- системы бесперебойного и гарантированного питания на базе дизель-генераторов и источников бесперебойного питания;
- электрощитовое оборудование по схемам заказчика;
- блочно-модульные контейнерные автоматизированные электростанции;
- котельные и тепловые пункты, в т.ч. в модульном исполнении;
- автономные системы генерации электроэнергии на основе дизель-

ных и газовых генераторов;

– системы когенерации, миниТЭС/миниТЭЦ;

– системы тригенерации, энергоцентры на основе генераторного оборудования, котлов-утилизаторов и абсорбционных холодильных машин.

Среди наших заказчиков – крупнейшие предприятия нефтегазовой, промышленной, судостроительной отраслей, государственные учреждения и силовые ведомства: ОАО «ЦМКБ «Алмаз», ОАО «Невское ПКБ», ОАО «Северное ПКБ», ОАО КБ «Вымпел», ОАО «ЦКБ МТ «Рубин», ОАО «СПМ-БМ «Малахит», ОАО ПО «Севмаш», ОАО «ЦС «Звёздочка», ОАО «Северная верфь», ОАО «Адмиралтейские верфи», ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз», ОАО «Дальневосточный завод «Звезда», ОАО «Прибалтийский судостроительный завод «Янтарь», ОАО «Выборгский судостроительный завод», ОАО «Балтийский завод», ОАО «ГМК Норильский никель», ОАО «Северо-Западное пароходство», ОАО «Мурманское Морское Пароходство», ОАО «Совкомфлот», ОАО «СК «Волжское пароходство», Пограничная служба ФСБ РФ, Береговая охрана ФСБ РФ, Главное управление глубоководных исследований (ГУГИ) МО РФ, ФГУП «Росморпорт», ФГУП «Кронштадтский морской завод», ОАО «ЛУКОЙЛ-Арктик-Танкер», ОАО «Варандейский терминал», ЗАО «Севмор-нефтегаз», ООО «ЛУКОЙЛ-Калининград-морнефть» и многие др.

Компания ЗАО «МНС» имеет необходимые сертификаты и лицензии на реализации проектных и инженерных работ:

- Сертификат соответствия Системе Менеджмента Качества ИСО 9001:2008.
- Сертификат соответствия Системе Экологического Менеджмента.
- Сертификат соответствия Системе Управления Охраной Труда.
- Сертификат соответствия Системе качества «Оборонсертифика» ГОСТ Р ИСО 9001-2008 и СРПП ВТ (ГОСТ РВ 15.002-2012).
- Лицензия на работы со сведениями, составляющими государственную тайну.
- Свидетельство СРО НП «Инженер-Проектировщик».
- Свидетельство СРО НП «СтройРегион».

Наша компания включена в официальный перечень организаций, входящих в сводный реестр организаций оборонно-промышленного комплекса, Приказ Минпромторга России №137 от 5 февраля 2013 г.

Залогом успешного развития направления МНС-Энергосистемы компании ЗАО «Морские навигационные системы» является комплексный подход к решению задач «под ключ», ориентированность на долгосрочное сотрудничество с заказчиками, управление проектами высокопрофессиональным менеджментом компании. ■

- Информационно-поисковая - система -

**К**  **рабел.ру**

Судостроение. Судоходство. Судоремонт.

**ЧЕСТНО О СУДОСТРОЕНИИ**

**Ц**ель прогнозирования – установление плановой величины заявленной активной мощности судоремонтного предприятия, используемой при расчетах с энергоснабжающей организацией. Данный прогноз является оперативно-тактическим (за расчетный период при прогнозировании принимается один месяц) и не предназначен для долгосрочного прогнозирования. Указанный расчетный период принимают, исходя из сложившейся практики взаимоотношений потребителя и энергоснабжающей организации, предусматривающей в том числе возможность корректировки величины заявленной мощности на следующий расчетный период.

Для разработки методики прогнозирования проведем анализ электропотребления как отдельного производства, так и судоремонтного предприятия в целом с целью определения пригодности результатов такого анализа для решения поставленной задачи [1].

Эффективность мероприятий по планированию, оптимизации и управлению электропотреблением определяется достоверностью выявленных тенденций изменения графиков нагрузки отдельных узлов системы электроснабжения предприятия, их взаимной коррелированности. В связи с этим возникает необходимость экспериментальной оценки этих зависимостей, определения достоверных математических моделей графиков нагрузки.

В работе приведены результаты определения и анализа статистических характеристик групповых графиков нагрузки узлов системы электроснабжения стапельного цеха судоремонтного предприятия, экспериментального определения корреляционных и взаимных корреляционных функций этих узлов нагрузки, выявлены зависимости параметров этих функций от типа потребителей электрической энергии, соотношения их мощностей и режима работы, характера технологического процесса на предприятии [2].

Характерной особенностью судоремонтных предприятий является существенная зависимость графиков электрической нагрузки системы электроснабжения от характера технологического процесса, этапа выполнения производственного графика, зоны рабочей смены, потребителей электроэнергии, подключенных к узлам нагрузки системы, их мощности, количества и режимов работы. Как показали экспериментальные исследования, наблюдается также взаимная зависимость изменения графиков нагрузки узлов системы электроснабжения, что объясняется взаимной согласованностью всех этапов производственного процесса.

Определение характера этих зави-

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ СУДОРЕМОНТНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

**В. М. Приходько**, канд. техн. наук, проф., ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова,  
**М. Л. Ивлев**, канд. техн. наук, Северный (Аркт.) федеральный университет,  
**И. В. Приходько**, аспирант, ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова,  
контакт. тел. (812) 334 3835

симостей для судоремонтного предприятия путем анализа индивидуальных графиков нагрузки отдельных потребителей электрической энергии представляет собой очень сложную задачу вследствие большого количества рабочих производственных участков и значительного числа потребителей электроэнергии, имеющих случайный режим работы. Поэтому в данных условиях целесообразно экспериментальное определение корреляционных характеристик графиков нагрузки отдельных узлов системы электроснабжения [3].

Для анализа выделена часть системы электроснабжения, содержащая шесть узлов: ТП-1, ТП-2, ТП-3, ТП-4, ТП-7, ТП-26. В зависимости от режима работы потребители электроэнергии каждого узла системы отнесены к одной из трех групп:

- 1 – потребители с резкопеременным характером работы (сварочное оборудование);
- 2 – потребители с постоянным режимом работы (освещение, станки, преобразователи);
- 3 – потребители с эпизодическим режимом работы (подъемно-транспортные механизмы, краны, прессы).

В табл. 1 приведены суммарные мощности потребителей электроэнергии узлов нагрузки, а также соотношения мощностей каждой из указанных

групп потребителей в процентах к полной мощности узла.

Проведенные исследования показали, что графики нагрузки узлов системы электроснабжения судоремонтного предприятия являются нестационарными случайными процессами как по математическому ожиданию, так и дисперсии. Однако при установившемся характере производственного цикла в нестационарном графике нагрузки можно выделить участки стационарности продолжительностью 30–90 минут.

Важнейшими характеристиками, необходимыми для рационального построения схемы электроснабжения, прогнозирования и управления электропотреблением, являются среднее значение, дисперсия и коэффициенты корреляции графиков нагрузки [4]. Для всех узлов нагрузки системы установлены зависимости изменения дисперсии колебаний нагрузки в течение суток и связь ее со средним значением электропотребления. Характерный график изменения среднего значения потребляемой активной мощности  $M[p]$  и дисперсии  $D[p]$  во времени (узел 4) показан на рис. 1. Видно, что изменение дисперсии колебаний пропорционально изменению среднего значения электропотребления. Значения среднего  $M_i[p]$  и дисперсии  $D_i[p]$  в режиме максимальных нагрузок предприятия для каждого из исследуемых

Таблица 1  
**Параметры узлов нагрузки системы электроснабжения судоремонтного предприятия**

№ п/п	Подстанция	Мощность нагрузки, кВт	Соотношение мощности по группам потребителей, %			Характеристики случайного процесса электропотребления			
			1	2	3	$M[p]$ , кВт	$D[p]$ , кВт	$\alpha_{\xi}$	$\beta_{\xi}$
1	ТП-1	1100,0	78,2	9,6	12,2	140,2	262,9	0,052	0,079
2	ТП-2	847,0	23,9	24,9	51,5	504,2	2200,0	0,032	0,102
3	ТП-3	1120,6	20,8	32,6	46,6	301,4	4055,0	0,036	0,092
4	ТП-4	2390,5	41,2	47,3	11,5	544,8	1008,9	0,031	0,148
5	ТП-7	542,0	75,7	23,1	1,2	157,6	148,2	0,028	0,159
6	ТП-26	1491,0	58,0	36,6	5,4	248,5	679,1	0,035	0,085

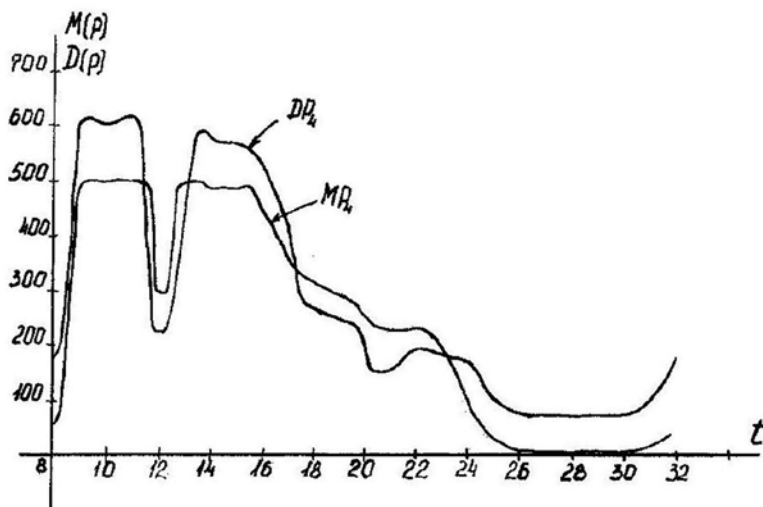


Рис. 1. График изменения  $M[p]$  и  $D[p]$

узлов представлены в табл. 1. Матрица коэффициентов корреляции  $R_{ij}[p]$  потребления активной мощности узлов нагрузки в режиме максимума системы электроснабжения имеет следующий вид:

№	1	2	3	4	5	6
1	1	-0,29	0,28	0,20	0,21	-0,14
2		1	0,35	0,78	-0,33	0,60
3			1	0,18	0,40	0,60
4				1	-0,22	0,18
5					1	0,56
6						1

Математическое ожидание  $M_{\Sigma}[p]$  и дисперсия  $D_{\Sigma}[p]$  суммарной нагрузки системы электроснабжения, состоящей из  $n$  узлов, равны

$$M_{\Sigma}[p] = \sum_{i=1}^n M_i[p];$$

$$D_{\Sigma}[p] = \sum_{i=1}^n D_i[p] + 2 \sum_{i < j} R_{ij}[p] \cdot \sqrt{D_i[p] \cdot D_j[p]}.$$

Следовательно, наличие положительной корреляции приводит к увеличению суммарных колебаний нагрузки системы. Отрицательный коэффициент корреляции, наоборот, снижает суммарную дисперсию нагрузки предприятия. Этот фактор необходимо учитывать при планировании электропотребления и оперативном управлении режимами.

На рис. 2 в качестве примера приведены нормированные корреляционные функции первого  $R_1(\tau)$ , пятого  $R_5(\tau)$  и шестого  $R_6(\tau)$  узлов системы. Корреляционные функции всех графиков нагрузки имеют одинаковый характер изменения и могут быть аппроксимированы стандартной кривой вида

$$R_i(\tau) = e^{-\alpha_i \tau} \cdot \cos \beta_i \tau.$$

Параметры кривой  $\alpha_i$  и  $\beta_i$  для каждого узла представлены в табл. 1. Анализ корреляционных функций показал явную зависимость этих параметров от соотношения мощностей различных типов

потребителей узла нагрузки, имеющих различный режим работы. Причем, чем большую долю в составе потребителей электроэнергии составляют сварочные преобразователи и оборудование, тем существеннее влияние экспоненциальной и косинусоидальной составляющих, тем быстрее происходит убывание функции. Исследования показали, что прогнозирование электропотребления для таких узлов нагрузки с достаточной для практики точностью возможно лишь на интервале 10–15 минут.

Возможность оптимальной организации совместного режима работы электрооборудования узлов нагрузки системы с целью выравнивания графиков нагрузки и снижения расхода электроэнергии определяется типом взаимных корреляционных функций, характеризующих процесс взаимного влияния электропотребления узлов нагрузки системы электроснабжения. Для системы электроснабжения судоремонтного предприятия корреляция между всеми узлами оценивается однотипными взаимными корреляционными функциями. Для примера на рис. 3 приведены нормированные взаимные корреляционные функции  $R_{23}(\tau)$ ,  $R_{24}(\tau)$ ,  $R_{34}(\tau)$ . Анализ взаимных корреляционных функций показывает взаимозависимость процессов электропотребления системы электроснабжения судоремонтного производства, что характеризуется согласованностью циклов производственного процесса предприятия. Характерно также совпадение максимумов взаимных корреляционных функций. В соответствии с правилами суммирования случайных процессов корреляционная функция электропотребления всего предприятия рассчитывается по формуле, аналогичной для дисперсии группового графика нагрузки

$$K(\tau) = \sum_{i=1}^n K_i(\tau) + 2 \sum_{i < j} K_{ij}(\tau),$$

где  $K_i(\tau)$  и  $K_{ij}(\tau)$  – соответственно корреляционная и взаимная корреляционная функции.

В результате проведенного анализа электропотребления цеховых подстанций (узлов нагрузки) можно сделать следующие выводы:

1. Экспериментально полученные корреляционные и взаимные корреляционные функции показали зависимость параметров этих функций от типа потребителей электрической энергии и вида технологического процесса.

2. Определены интервалы корреляции корреляционных функций, позволяющие с достаточной для практики точностью прогнозировать и принимать решения по оперативной коррекции режимов предприятия. Для исследованного предприятия интервалы корреляции равны 10–15 минут.

3. Знание корреляционных и взаимных корреляционных функций позволит использовать их при планировании, прогнозировании и оперативно-диспетчерском управлении электропотреблением судоремонтного предприятия.

В качестве исходных данных для обработки и анализа были использованы полученные сведения о суточном потреблении активной мощности предприятия с усреднением за каждые полчаса. Вид суточного графика электропотребления показан на рис. 4.

Как следует из рассмотрения графика, в качестве исходных данных могут быть использованы уровни потребляемой предприятием в целом мощности, причем для каждого суток имеются усредненные данные за 48 получасовых отрезков времени [5].

Совместное рассмотрение массива таких графиков, полученных для рабочих дней, позволяют сделать вывод об идентичности их формы, одинаковом времени расположения точек максимумов и минимумов нагрузки, что объясняется неизменностью времени начала и окончания рабочего дня и перерывов в течение рабочего дня. Выходные (нерабочие) дни могут быть исключены из рассмотрения, так как потребление мощности в такие дни заметно ниже, чем в рабочие, и не может влиять на установление величины заявленной мощности [6]. Для проведения анализа были рассмотрены графики электропотребления за период, составляющий три месяца, и путем усреднения получен обобщенный усредненный график электропотребления предприятия. Параметры этого графика приведены в табл. 2.

Под «точкой измерения» в данной таблице понимается временной интервал, за который выполняется усреднение данных по потреблению мощности, при этом точке «1» соответствует временной интервал от 00 ч. 01 мин. до 00 ч. 30 мин.,

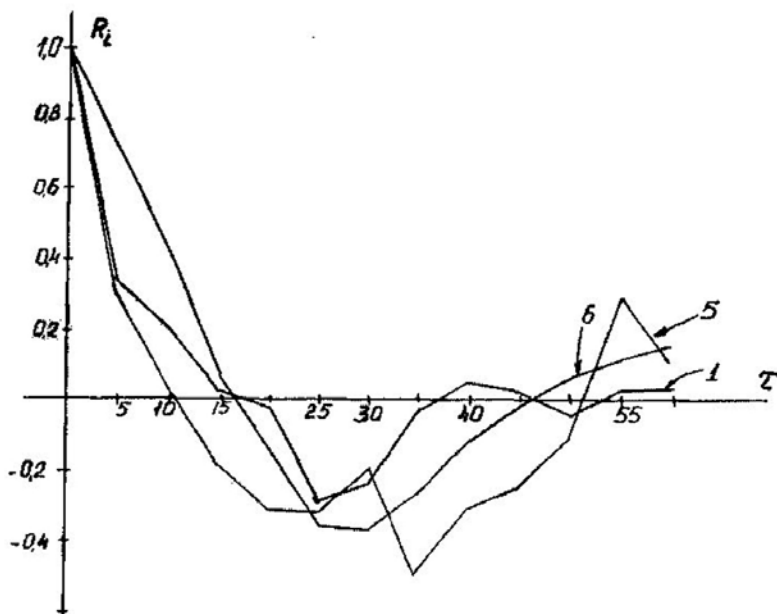


Рис. 2. Нормированные корреляционные коэффициенты

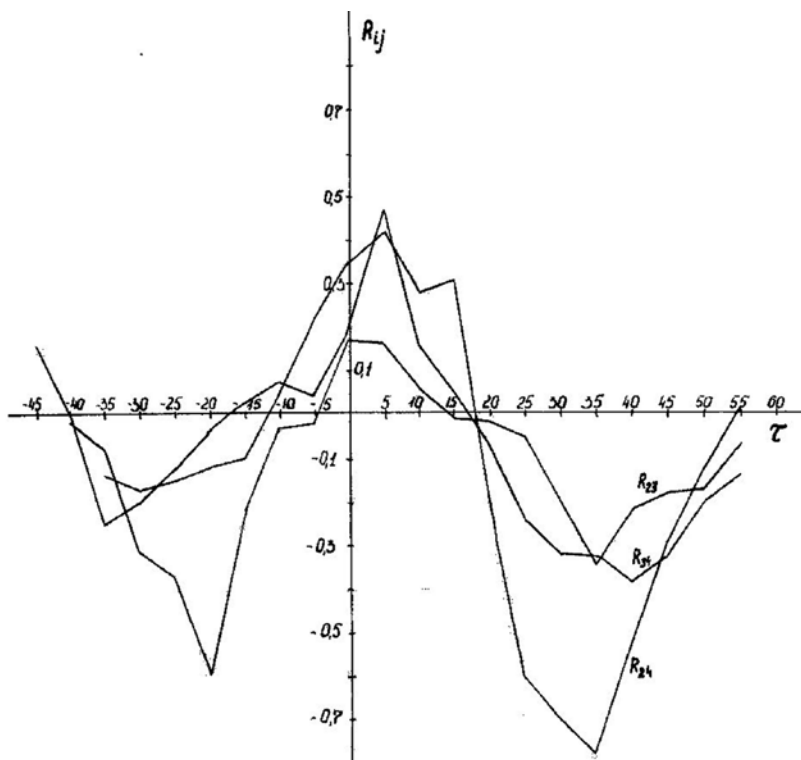


Рис. 3. Нормированные взаимные корреляционные коэффициенты

Таблица 2

Параметры усредненного графика потребления мощности

Точка измерения	1	1	2	3	4	5	6	7
Мощность, кВт	2	6683	6562	6732	6740	6772	6863	6888
	1	8	9	10	11	12	13	14
	2	6949	7123	7262	7296	7590	7570	7806
	1	15	16	17	18	19	20	21
	2	8356	10455	13100	13842	14416	13667	13930
	1	22	23	24	25	26	27	28

Продолж. табл. 2

	2	14074	13447	11365	9922	10100	11918	12967
	1	29	30	31	32	33	34	35
	2	12540	12104	11807	11633	10835	9689	8999
	1	36	37	38	39	40	41	42
	2	8914	8935	8812	8690	8417	8347	8327
	1	43	44	45	46	47	48	
	2	8540	8479	8369	8274	7931	7747	

точке «2» – интервал от 00 ч. 31 мин. до 01 ч. 00 мин. и др.

Определим основные характеристики усредненного графика электропотребления. При этом нет необходимости рассматривать все интервалы измерения; ниже рассмотрим характерные участки этого графика с заметными изменениями потребления мощности, а именно, точки измерения с 17 по 40 включительно [7].

Среднее значение графика нагрузки определим по выражению

$$P_c = \frac{1}{t_u} \int_0^{t_u} p(t) dt, \quad (1)$$

где  $t_u$  – время цикла (длительность графика).

Для ступенчатых графиков при условии, что периоды усреднения данных одинаковы, выражение (1) приобретает вид

$$P_c = \frac{\sum_{k=1}^M P_k}{M}, \quad (2)$$

где  $P_k$  – значение нагрузки  $k$ -й ступени;  $M$  – число ступеней графика.

В соответствии с (2) среднее значение группового графика  $P_c = 11\,421,3$  кВт.

Среднеквадратичное значение может быть определено по выражению

$$P_{ck} = \sqrt{\frac{1}{t_u} \int_0^{t_u} P^2(t) dt}. \quad (3)$$

Для ступенчатых графиков выражение (3) примет вид

$$P_{ck} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^M P_k^2}{M}}, \quad (4)$$

и величина среднеквадратичного значения  $P_{ck} = 11\,590$  кВт (при этом  $P_{ck}^2 = 13\,433\,10^4$  кВт<sup>2</sup>).

Дисперсия графика нагрузки является характеристикой его неравномерности и определяется по выражению

$$DP = P_{ck}^2 - P_c^2 \quad (5)$$

и для рассматриваемого графика равна  $DP = 3,882 \cdot 10^6$  кВт<sup>2</sup>.

Среднеквадратическое отклонение графика нагрузки определяется как  $\sigma P = \sqrt{DP}$  (6)

и для рассматриваемого графика равно  $\sigma P = 1970,3$  кВт.

Коэффициент формы графика  $K_\phi = P_{ck}/P_c = 1,0148$ .

Коэффициент максимума графика  $K_M = P_M/P_c = 1,2622$ , при этом  $P_M$  – максимальное значение одного из получасовых отрезков графика.

Коэффициент заполнения графика нагрузки  $K_z = P_c/P_M = 1/K_M = 0,7923$ .

Коэффициент неравномерности  $K_n = P_{\min}/P_M = 0,5839$ , при этом  $P_{\min}$  – минимальное значение одного из получасовых отрезков графика.

Время	50%	75%	100%	Мощность (кВт)
00:00-00:30				5579
00:30-01:00				5462
01:00-01:30				5504
01:30-02:00				5455
02:00-02:30				5258
02:30-03:00				5210
03:00-03:30				5094
03:30-04:00				5070
04:00-04:30				5170
04:30-05:00				5335
05:00-05:30				5273
05:30-06:00				5357
06:00-06:30				5554
06:30-07:00				5789
07:00-07:30				6193
07:30-08:00				7910
08:00-08:30				10240
08:30-09:00				11367
09:00-09:30				11627
09:30-10:00				11246
10:00-10:30				11423
10:30-11:00				11534
11:00-11:30				11329
11:30-12:00				9984
12:00-12:30				8273
12:30-13:00				8670
13:00-13:30				9686
13:30-14:00				10298
14:00-14:30				10372
14:30-15:00				9804
15:00-15:30				9696
15:30-16:00				9178
16:00-16:30				9490
16:30-17:00				7418
17:00-17:30				6715
17:30-18:00				6637
18:00-18:30				6467
18:30-19:00				6505
19:00-19:30				6347
19:30-20:00				5843
20:00-20:30				5895
20:30-21:00				5885
21:00-21:30				5917
21:30-22:00				5868
22:00-22:30				5726
22:30-23:00				5708
23:00-23:30				5522
23:30-24:00				5490

Рис. 4. График электропотребления судоремонтным предприятием

Модель графика нагрузки применяется в качестве исходной информации при расчетах систем электроснабжения (вместо непосредственно параметров электропотребления) с целью повышения точности расчетов.

Рассматриваемый участок графика электропотребления предприятия точно описывается трехступенчатой моделью, вид которой показан на рис. 5

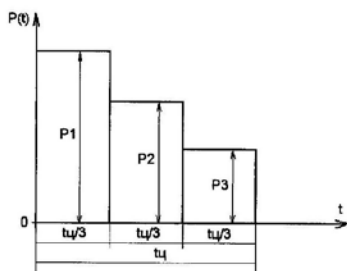


Рис. 5. Трехступенчатая модель графика нагрузки

Приведенные выше числовые характеристики графика нагрузки справедливы и для этой модели.

Автокорреляционная функция такой модели описывается соотношениями:

$$\left. \begin{aligned} Dp(1 - 4,5\tau/t_{ii}), 0 \leq \tau \leq t_{ii}/3, \\ kp(\tau) = -0,5Dp, t_{ii}/3 \leq \tau \leq 2t_{ii}/3, \\ Dp(4,5\tau/t_{ii} - 3,5), 2t_{ii}/3 \leq \tau \leq t_{ii} \end{aligned} \right\} (7)$$

Вид автокорреляционной функции показан на рис. 6.

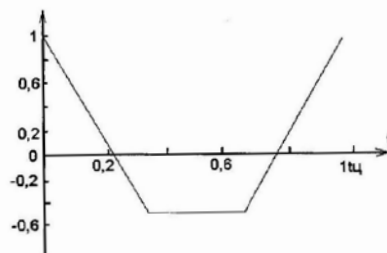


Рис. 6. Автокорреляционная функция модели графика нагрузки

Полученные результаты позволяют определить функцию распределения  $F(P)$ , являющуюся неубывающей функцией мощности (рис. 7).

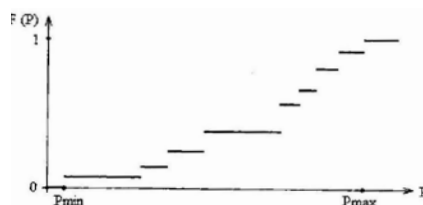


Рис. 7. Функция распределения

Оценка вида распределения может быть осуществлена с использованием

критерия статистики Колмогорова-Смирнова; сравнением его со значениями, приводимыми в справочной литературе, определяют степень сходимости эмпирического и теоретического распределений.

Вычисляя корреляционные коэффициенты графиков нагрузки, снятых при наличии различных внешних определяющих факторов, а также графиков, снятых в различных узлах энергосистемы, можно прогнозировать электропотребление предприятия [8].

Прогнозирование количественных характеристик процесса электропотребления имеет целью, во-первых, оптимизацию процесса оперативного управления энергосистемой потребителя, во-вторых, получение данных для установления величины заявленной мощности потребителя [5, 9].

Как известно, промышленные потребители с установленной мощностью электроприемников более 750 кВА используют при расчетах с поставщиком энергии двухставочную систему [10], при которой, кроме фактически потребленной электроэнергии (определяется по данным приборов учета), оплачивается еще и так называемая заявленная мощность – некоторая величина потребляемой активной мощности, которую предприятие-потребитель обязуется не превышать в часы максимума нагрузок энергосистемы; при этом доля оплаты заявленной мощности в структуре затрат на электроэнергию достигает 35–40%. По сложившейся практике величина заявленной (и, следовательно, оплачиваемой вне зависимости от фактического потребления) мощности определяется потребителем приблизительно (неточно), что часто приводит к необоснованной переплате, а превышение фактической мощности над заявленной – к применению в отношении потребителя штрафных санкций.

Предлагаемый метод прогнозирования электропотребления промышленным потребителем основан на использовании коэффициентов корреляции, которые находятся по определенным, рассмотренным ниже критериям, путем статистической обработки архивных массивов данных, описывающих процесс электропотребления конкретного предприятия [5].

Как указывалось выше, графики потребления активной мощности за различные рабочие дни имеют одинаковую форму и местонахождение точек максимумов и различаются только количественно (конкретными значениями мощности) под влиянием ряда факторов. Определив их природу и степень влияния на интересующий нас процесс, можно с высокой точностью прогнозировать электропотребление.



В качестве базиса для выполнения прогноза на любой период используется усредненный график электропотребления за прошедший полный («базовый») год. Базовый график имеет форму, характерную для любого рабочего дня и в зависимости от конкретных условий периода прогнозирования корректируется для определения точных параметров электропотребления, т.е. сдвигается по оси мощности для определения максимальной потребляемой мощности и масштабируется по оси времени для определения времени достижения максимумов электропотребления.

В предлагаемом методе все многообразие факторов, влияющих на потребление электроэнергии, учитывается путем введения в рассмотрение совместно с усредненным базовым графиком четырех корректирующих коэффициентов – сезонного коэффициента  $K_C$ , температурного коэффициента  $K_T$ , коэффициента загрузки основного производства  $K_3$  и коэффициента режима работы  $K_p$ . Для всяких начальных условий, определяемых параметрами периода прогнозирования, указанные коэффициенты имеют свои значения и, будучи выраженными в абсолютных единицах (мощности и времени), однозначно изменяют положение базового графика в системе координат «время-мощность», превращая его таким образом в искомый прогноз электропотребления.

Месячный коэффициент  $K_m$  учитывает в основном влияние на электропотребление режима работы часто используемых или неотключаемых потребителей, применение которых зависит в первую очередь от времени года, а не от температуры наружного воздуха (электроосвещение, электроотопление, системы кондиционирования и др.). Определение величины  $K_m$  проводится следующим образом: для каждого месяца строится свой усредненный график потребления электроэнергии (для рабочих дней), и разница между базовым и усредненным месячным графиком даст числовое значение  $K_m$ . Для определения коэффициента используются статистические данные о потреблении энергии за рассматриваемый базисный год. Пример нахождения  $K_m$  проиллюстрирован на рис. 8, при этом  $K_m = (K_{m1} + K_{m2} + K_{m3})/3$ .

Температурный коэффициент  $K_T$  позволяет учитывать влияние температуры окружающей среды на потребление электроэнергии. Для его определения также используются данные об электропотреблении за базисный год; при этом для каждой сезонной зоны строятся графики потребления с усреднением по рабочим дням с одинаковой среднесуточной температурой с шагом в 1 °С. Разность между усредненным сезонным графиком и каждым усредненным тем-

пературным графиком даст значение  $K_T$  для каждой температуры наружного воздуха.

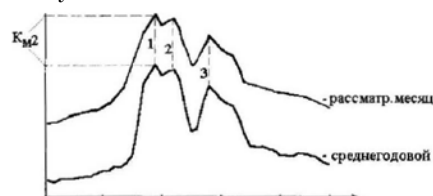


Рис. 8. Определение  $K_m$

Коэффициент загрузки  $K_3$  вводится в виде множителя, больше или меньше единицы, и зависит от степени загрузки основного производства и определяется по данным, предоставляемым службой оперативного планирования производства. Загрузка вспомогательного производства, влияющая на электропотребление, может считаться постоянной, что соответствует принятым на предприятии методам планирования работ по вспомогательному производству.

Коэффициент режима работы  $K_p$  влияет на положение максимумов нагрузки по оси времени и зависит от сроков начала и окончания рабочего дня.

Установление справедливости предположений о составе и влиянии вышеперечисленных корректирующих коэффициентов на величину потребления предприятием активной мощности проводилось следующим образом:

1. Определение (по имеющимся массивам статистических данных) в пределах одного месяца рабочих дней с одинаковой загрузкой производства, но с различной температурой наружного воздуха.

2. Составление корреляционных таблиц по имеющимся данным мощности и температуры; отыскание параметров выборочного уравнения прямой линии регрессии по сгруппированным данным.

3. Вычисление коэффициента корреляции; анализ полученных данных (по п. 1 – 3 определяется наличие зависимости величины потребляемой мощности от температуры наружного воздуха).

4. Определение дней, имеющих при прочих равных условиях, разное значение загрузки производства, повторение действий по п. 2, 3 (по п. 4 определяется наличие зависимости величины потребляемой мощности от загрузки производства).

5. Аналогичным образом можно определить влияние сезонного фактора, учитываемого коэффициентом  $K_m$ , на величину потребляемой мощности.

Проведенный статистический анализ показал наличие зависимости величины потребляемой мощности от вышеуказанных факторов и обоснованность введения корректирующих коэффициентов [5].

Вычисление численных значений коэффициентов проводится при по-

мощи специализированного программного обеспечения ПЭВМ. Обработка архивных данных о потреблении электроэнергии осуществляется путем обращения программы к архивам автоматизированной системы учета и контроля электропотребления.

Процесс выполнения прогноза автоматизирован. Исходной информацией, задаваемой пользователем, являются временные рамки прогнозируемого периода и сведения о предполагаемых среднесуточных температурах наружного воздуха на период прогнозирования. Программа автоматизированного прогнозирования электропотребления в соответствии с заданными начальными условиями выбирает значения коэффициентов, корректирующих базовый график, и выводит полученный результат в графической и табличной форме.

Результаты прогнозирования используются для определения величины заявленной мощности на ближайший расчетный период и оптимизации управления группами потребителей электроэнергии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Курин Б.И., Лагуткин О.Е. Прогнозирование электропотребления многоименных производств на основе анализа продолжительных временных рядов в условиях нестабильных объемов выпуска продукции // Промышленная энергетика. – 2003. – №5. – С.25 – 28.
2. Кильдишев Г.С., Френкель А.А. Анализ временных рядов и статистика. – М.: Статистика, 1973.
3. Гмурман В.И. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 2002.
4. Гордеев В.И. Регулирование максимума нагрузки промышленных электрических сетей. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
5. Ивлев М.Л., Черевко А.И. Прогнозирование электропотребления промышленного предприятия // Вопросы технологии, эффективности производства и надежности. – 2004. – Вып. 20. – Северодвинск, РИО СевмашВТУЗа. – С. 16 – 19.
6. Электрические нагрузки промышленных предприятий / Волобринский С.Д., Каялов Г.М., Клейн П.Н. и др. – Л.: Энергия, 1971.
7. Головкин П.И. Энергосистема и потребители электрической энергии. – М.: Энергоатомиздат, 1984.
8. Вадзинский Р.Н. Справочник по вероятностным распределениям. – СПб.: Наука, 2001.
9. Ивлев М.Л., Черевко А.И. Разработка методики прогнозирования электропотребления промышленного предприятия // Вестник УГТУ-УПИ, №5 (25) «Электромеханические и электромагнитные преобразователи энергии и управляемые электромеханические системы». – Екатеринбург. – 2003. – Ч. 2. – С. 263 – 265.
10. Электротехнический справочник. – Т. 1. – М.: Энергоатомиздат, 1986. ■

Статья подготовлена на основе результатов испытаний статического сепаратора масла, проведенных ООО «Винета» в 2012 г. в рамках совместной с ФГУП «СПМБМ «Малахит» научно-исследовательской работы. В предыдущей статье (см. «Морской вестник», 2013, № 2) мы уже кратко ознакомили читателей с этой работой. Сейчас расскажем о ней подробнее.

Она заключалась в изучении специфических свойств масла, возможности его сепарации на различных режимах, таких как изменение температуры, расход, конструкция и конфигурация фильтрующего элемента, самого агрегата. Конструкция блока сепарации масла Б-3В имеет минимальные габариты не трудоемка в обслуживании.

Для этого были решены следующие задачи:

- проведена научно-исследовательская работа по изучению свойств масла Б-3В, влияющих на его очистку от воды;
- разработана методика расчета эффективности объемных фильтрующих элементов и исследование о возможности использования их для очистки и сепарации масла Б-3В;

- проведены стендовые лабораторные испытания;

- выполнен расчет основных параметров для проектирования блока сепарации масла Б-3В;

- проведены испытания блока сепарации масла Б-3В.

Масло Б-3В имеет специфическую структуру и отличается от нефтесодержащих масел. Основным свойством, препятствующим его нормальной очистке от воды, является его высокая плотность, составляющая при 20 °С 993–996 кг/м<sup>3</sup>, т. е. почти равная плотности воды. Понятно, что провести отстаивание такой жидкости весьма проблематично. Другой особенностью является то, что масло очень гидрофильно и обладает свойством образовывать мелкодисперсные стабильные эмульсии с водой, причем эта способность возрастает с повышением температуры. Также свойства масла делают проблемной очистку его с помощью центробежного сепаратора.

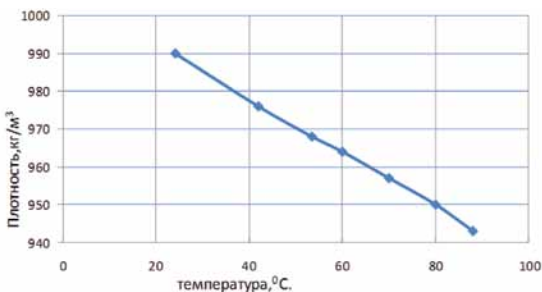


Рис. 1. Плотность масла Б-3В в зависимости от температуры

## СЕПАРАЦИЯ МАСЛА Б-3В ОБЪЕМНЫМИ ФИЛЬТРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

**П. В. Наливкин**, начальник инженерного центра,  
**С. К. Шин**, ведущий конструктор, ООО «Винета»,  
контакт. тел. (812) 493 50 48, +7 981 748 88 79

Как уже сказано, плотность масла Б-3В при 20 °С равна 993–996 кг/м<sup>3</sup>, что представляет значительные сложности для гравитационного разделения смеси масла и капель воды. Для увеличения разделяющего фактора необходимо, с одной стороны, несколько повысить температуру для уменьшения плотности масла, с другой — увеличить размер образующихся капель воды, для чего, напротив, несколько уменьшить температуру.

Синтетическое масло Б-3В, в отличие от минеральных нефтяных масел, обладает повышенной гидрофильностью и способностью удерживать в себе большое количество растворенной воды. Так, товарное заводское масло Б-3В содержит более 0,02 % воды.

В процессе дальнейшего хранения, транспортировки, эксплуатации при контакте с воздухом или водой без непосредственного перемешивания количество растворенной в масле воды достигает 0,3–0,5 %, при этом масло визуально остаётся чистым и прозрачным, без признаков капель воды. Количество растворенной в масле воды тем больше, чем выше температура.

При смешивании масла Б-3В с водой образуются исключительно стойкие эмульсии. С ростом температуры (до 50 °С) возрастает способность его образовывать с водой мелкодисперсные стабильные эмульсии в широком диапазоне концентрации воды (до 10 % и выше). Так, если при 20 °С обычным ручным перемешиванием сложно получить смесь масла с водой, в которой размер капель воды был бы менее 1–2 мм, то при 40–45 °С мелкодисперсная эмульсия может быть получена даже при очень незначительном механическом воздействии. Такие эмульсии исключительно стабильны и не распадаются даже при очень длительном отстаивании.

Выбор прототипа для создания системы очистки был обусловлен такими негативными в плане отделения воды свойствами масла Б-3В, как склонность к созданию стойких водомасляных эмульсий, высокая растворимость воды в масле, плотность,

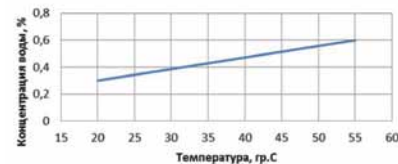


Рис. 2. Зависимость количества растворенной в масле воды от температуры

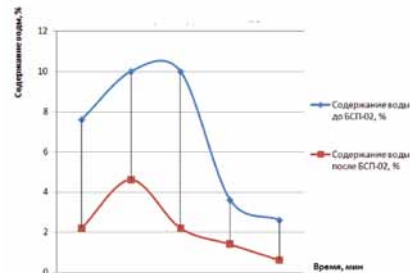


Рис. 3, а. Содержание воды в масле Б-3В при 35 °С, расход – 1500 л/ч

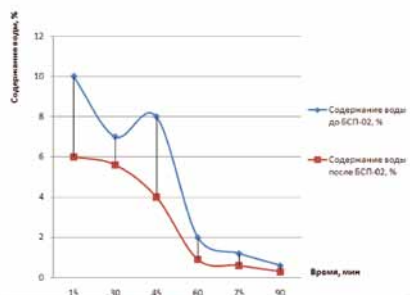


Рис. 3, б. Содержание воды в масле Б-3В при 35 °С, расход – 750 л/ч

практически равная плотности воды (993–996 кг/м<sup>3</sup> при 20 °С). Единственной, на наш взгляд системой, способной справиться с подобной задачей (кроме способа дистилляции), является фильтрация через коалесцентные объёмные материалы ФИМАКС, способные разделять практически любые водомасляные эмульсии (в том числе некоторые химические) и извлекать из масла растворенную воду.

В результате опытных работ был спроектирован и изготовлен блок сепарации масла Б-3В, получивший индекс БСП-02. В ходе испытаний опытного блока были получены следующие результаты.

В результате испытаний было выявлено, что при производительности 1500 л/ч количество воды в масле находится в пре-

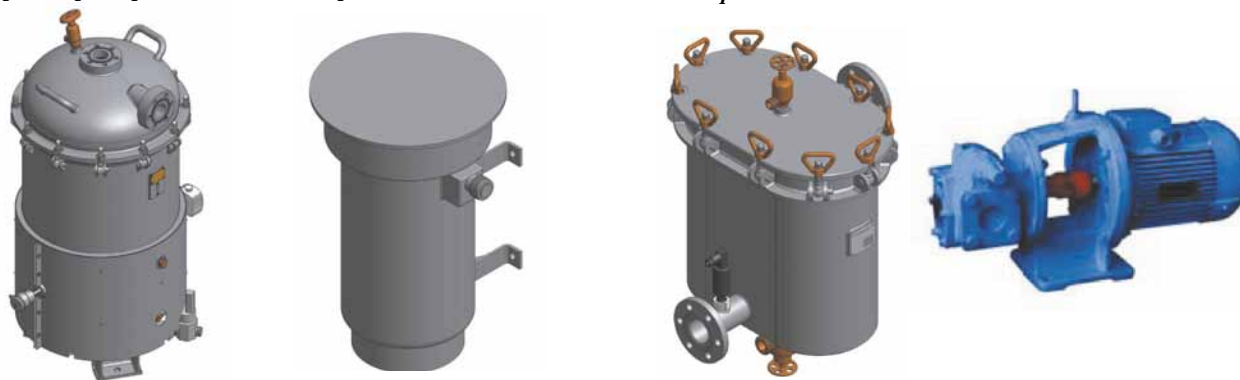


Рис. 4. Элементы блока сепарации масла БСП-02

Таблица 1

Технические данные, основные параметры и характеристики блоков сепарации БСП-02 с насосными агрегатами

Характеристика	БСП-02 ИУШД.061144.096	
	БСП-02 с насосным агрегатом ИУШД.061144.096-01	
Тип	Статический с полимерными фильтросепарационными патронами	
Условный проход Ду, мм	50	
Рабочее давление Pp, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), не более	0,4 (4,0)	
Гидравлическое сопротивление блока сепарации, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), при максимальном допустимом загрязнении фильтроэлементов, не более	0,2 (2,0)	
Номинальная пропускная способность, м <sup>3</sup> /ч	1,5	
Габаритные размеры Д x Ш x В, мм: фильтр-сепаратор масла Б-ЗВ Ду50, Рр4 фильтр тонкой очистки Ду50, Рр4 подогреватель масла ПМЭТ-1500А насос НМШФ2-40-1,6/4Б-13 ОМ5	835x585x1150; 500x460x720; 540x450x735;	
Очищаемая среда	–	
Плотность при 20 °С, г/см <sup>3</sup> , в пределах	Турбинное масло Б-ЗВТУ 38.101295-85	
Миним. температура очищаемого продукта, °С, не менее	0,990 – 0,997	
Макс. температура очищаемого продукта, °С, не более	5	
Макс. температура окружающей среды, °С, не более	70	
Потребляемая мощность, кВт, не более: подогреватель масла ПМЭТ-1500А насос НМШФ2-40-1,6/4Б-13 ОМ5	50	
Питание: род тока напряжение, В частота, Гц	41,4	
Степень защиты оболочки щита управления и датчиков, не менее	–	
Предельно-допустимый перепад давления при засорении блока сепарации на номинальной пропускной способности, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), не более	0,55	
Перепад давления на блоке сепарации при номинальной пропускной способности, МПа, не более	переменный 380 (± 25%) 50 ± 5	
Тонкость фильтрации механических примесей, мкм	IP54	
Температура нагрева масла подогревателя ПМЭТ-1500А, °С	0,1 (1,0)	
Допускаемая вакуумметрическая высота всасывания насоса, м	0,03	
Масса фильтра-сепаратора масла Б-ЗВ Ду50, Рр4 сухого/в рабочем состоянии, кг	15 - 20	
Масса фильтра тонкой очистки Ду50, Рр4 сухого/ в рабочем состоянии, кг	55-70	
Масса подогревателя: нетто – без масла, щита и ЗИП, кг брутто – в комплекте поставки, кг	–	
Масса НМШФ2-40-1,6/4Б-13, кг	5	
	160/362	
	69/102	
	87	
	260	
	–	
	43	

делах 0,45–0,6% (при двух циклах сепарации). Увеличение циклов сепарации и данным расходе не приводит к значительному уменьшению концентрации воды в масле. При снижении производительности до 750 л/ч количество остаточной воды можно уменьшить до 0,3% при двух циклах сепарации. Оптимальная температура сепарации равна 35 ± 5 °С.

Опытный образец блока сепарации БСП-02 в декабре 2012 г. и в январе 2013 г. прошел испытания на стенде Турнинского производственного ком-

плекса ОАО «Калужский турбинный завод». В испытаниях приняли участие ОАО «СПМБМ «Малахит», ОАО «Калужский турбинный завод», ООО «Винета», 19-й отдел 208 ВП МО РФ, 3-й отдел 5591 ВП МО РФ, 1014 ВП МО РФ, НИИ кораблестроения и вооружения ВМФ ВУНЦ ВМФ ВМА. По итогам испытаний принято решение о серийном производстве блока сепарации БСП-02.

Все элементы блока сепарации масла Б-ЗВ БСП-02 монтируются по месту по требованию заказчика.

По итогам испытаний ОАО «СПМБМ «Малахит», ОАО «Калужский турбинный завод» и ОАО «ЦС «Звездочка» приняли решение о порядке внедрения блока сепарации БСП-02 для изделий типа «Сапфир-М» заказов пр. 09717. При замене масляных систем ПТУ специального назначения (транспортного типа) решено применять блоки сепарации БСП-02 вместо используемых центробежных сепараторов на изделиях типа «Сапфир» и «Лазурит». ■

## ТЕРМИНЫ

Частичный разряд (англ. Partial Discharge) – по IEC (МЭК) 60270 и ГОСТ 20074 – это локальный электрический разряд, который происходит внутри изоляции под действием внешнего приложенного поля и шунтирует только часть изоляции в электроизоляционной системе.

THD (англ. Total Harmonic Distortion) – показатель, который характеризует степень отличия формы напряжения или тока от идеальной синусоидальной формы.

**С**оздание современных морских объектов с автономными электроэнергетическими системами (ЭЭС) высокого напряжения 6 и 10 кВ – уже реальность. Необходимость использования напряжения такого уровня определяется мощностью отдельных агрегатов и суммарной потребляемой мощностью в ЭЭС. Вопросы использования Единой ЭЭС для судов с электродвижением и, соответственно, повышение единичной мощности частотно-регулируемых приводов гребных винтов означает тенденцию к повышению уровня напряжения до 15 кВ по мере создания новых поколений частотных преобразователей для средств активного управления судами, в том числе систем электродвижения (СЭД).

В связи с применением для морских объектов новых технических решений по генерации и распределению электроэнергии напряжением высокого уровня требуется по-новому подойти к решению вопросов электробезопасности и безаварийной эксплуатации ЭЭС сложных морских объектов. В первую очередь это относится к контролю состояния изоляции электрооборудования ЭЭС основных источников электрической энергии, ответственных устройства первой и второй категории, главного распределительного устройства и соединяющих их кабельных фидеров.

В Правилах классификации и постройки морских судов даны общие указания к построению средств контроля для ЭЭС высокого напряжения, но не регламентированы способы их реализации. В общих положениях ч. XI, п. 2.11.2, указано: «В сетях с напряжением 1000 В и более контроль сопротивления изоляции следует осуществлять только под напряжением с использованием пассивных методов контроля (например, с использованием трансформаторов тока нулевой последовательности)», иными словами, дается указание контролировать ток утечки, возникающий в фидере под действием рабочего напряжения.

Однако некоторые моменты, уже проверенные практикой в наземных сетях напряжением 6–35 кВ и выше, еще не регламентированы для морских объектов. Применяются средства контроля тока утечки для отключения оборудования средствами релейных защит и автоматики (РЗиА). Для реализации этого используются микропроцессорные устройства (МП) РЗиА типа Sepam, Sirpotec и т.п. Для фидера, отходящего от щита или источника (генера-

# РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ В МОРСКИХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

*С.С. Стародед, начальник отдела,  
М.П. Тихомиров, главный специалист,  
А.А.Неёлов, начальник сектора, ОАО «Новая ЭРА»,  
контакт. тел. (812) 740 5053*

тора, силового трансформатора), применяются токовые защиты по току нулевой последовательности  $I_0$  (измеренному – код 51G или вычисленному – код 51N по ANSI), по дифференциальному току защиты фидера и подключенного электрооборудования Идиф с (код 87 по ANSI). Но срабатывание подобных защит – это реакция на обнаруженное отклонение и регистрация превышения уставки защиты, что позволяет определить и отключить фидер с практически пробитой изоляцией.

В то же время имеются методы контроля состояния изоляции по частичным разрядам (ЧР) внутри слоев изоляции, позволяющие не только контролировать фидер с повышающимся трендом мощности ЧР, но и регистрировать расстояние до места возникающего ухудшения изоляции. Таким способом контролируется состояние изоляции статорных обмоток генераторов и двигателей, высоковольтных обмоток силовых трансформаторов, изоляции кабелей. Для мониторинга ЧР используются штатно устанавливаемые устройства, состоящие из датчиков и программно-аппаратных блоков обработки получаемых от датчиков сигналов. Конструкцию и способ монтажа датчиков выбирают в зависимости от контролируемого элемента, но получаемые от них сигналы похожи по принципу регистрации ЧР. Методом ЧР выявляют внутренние микро-разрушения изоляции, возникающие под действием рабочего напряжения и импульсов перенапряжений. Такие явления естественного старения и разрушения изоляции не обнаруживаются традиционными средствами, применяющимися для проверки активного сопротивления изоляции.

На основе устройств контроля ЧР и сведений от МП РЗиА базируются анализ тенденции изменения диагностических параметров высоковольтной части ЭЭС и прогноз технического состояния изоляции входящих в нее электрооборудования и кабелей. Процесс измерений и их обработка ведутся непрерывно, без вывода оборудования из эксплуатации, что позволяет предупредить развитие аварии и не доводить состояние изоляции до пробы. Необходимость проведения технического обслуживания определяется

достижением предельной скорости нарастания прогнозируемого параметра – мощности ЧР в изоляции. Защита на основе МП РЗиА является резервной на случай механических повреждений изоляции.

Наличие в ЭЭС потребителей с частотными преобразователями и возникающих при их работе высокочастотных помех ограничивает частотную зону контроля ЧР. Высокочастотные помехи, измеряемые показателем THD в виде гармоник, кратных основной частоте 50 Гц (гармоник высших порядков), в реальных условиях перекрывают сверхвысокочастотный измерительный диапазон «Ultra High Frequency» (UHF) от 100 МГц до 3 ГГц. В связи с этим для осуществления непрерывного контроля изоляции в сетях ЕЭЭС с мощными частотными преобразователями требуется применение устройств измерения ЧР в диапазоне до 100 МГц и методов цифровой фильтрации от других высокочастотных сигналов, возникающих при работе силового электрооборудования. Поэтому в составе текущей ОКР на ОАО «Новая ЭРА» разрабатывается опытный образец системы для измерений в высокочастотном диапазоне «High Frequency» (HF) от 0,5 до 80 МГц.

Непрерывный мониторинг состояния изоляции высоковольтных токопроводящих цепей и обмоток электрооборудования по тренду ЧР позволяет эксплуатирующему персоналу перейти с планово-предупредительного технического обслуживания на обслуживание по фактическому состоянию, а при освидетельствовании релейных систем (РС) использовать обработанные значения диагностических параметров за рейс или период, определенный Правилами классификационных освидетельствований судов в эксплуатации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Правила классификации и постройки морских судов / Российский Морской Регистр судоходства, 2013. – Т. 2.
2. Правила классификационных освидетельствований судов в эксплуатации / Российский Морской Регистр судоходства, 2013.
3. IEC (МЭК) 60270. Методы высоковольтных испытаний – измерение частичных разрядов.
4. ГОСТ 20074–83 (СТ СЭВ 20074–83) Электрооборудование и электроустановки. Метод измерения характеристик и частичных разрядов. ■

**Б**ытует мнение, что вещи и сооружения долговечнее людей. Но и вещи и сооружения — это памятники труду и таланту наших многочисленных предшественников, это их неоценимый вклад в общее дело, который и сегодня находит отражение в наших достижениях и успехах. Исаак Ньютон гениально заметил: «Если я видел дальше других, то потому, что стоял на плечах гигантов».

В 2013 г. исполняется 130 лет «Научно-производственной фирме «Меридиан». Период существования предприятия фактически охватывает три века истории России — с конца XIX в. и до начала века XXI-го. За это время страна — Российская империя, затем Советский Союз и, наконец, Российская Федерация — пережила три революции и три разрушительные войны. Но, как и 130 лет назад, каждое утро двери дома по петербургскому адресу ул. Блохина, 19, открываются для сотрудников предприятия, продолжающих дело своих предшественников по разработке и выпуску продукции, столь необходимой для строительства и эксплуатации кораблей и судов.

Образование предприятия относится к далекому 1883 г., когда мещанин из г. Юрьева (ныне — Тарту, Эстония) Георгий Мартынович Пек основал в Санкт-Петербурге, в доме № 21 по Александровскому проспекту (ныне — пр. Добролюбова) небольшую слесарно-механическую мастерскую. Позднее она была преобразована в «Механический завод Г. М. Пекъ», и расположилась уже на месте современного предприятия — по Церковной ул. (ныне ул. Блохина), в доме № 17а.

Номенклатура изделий, выпускаемых заводом Г. М. Пека, была весьма разнообразной: производились токарные и сверловочные станки, режущий и мерительный инструмент, электродвигатели, реостаты, оптические приборы, детали автомобилей, сельскохозяйственный инвентарь. Продукцию механического завода Г. М. Пека отличало высочайшее качество, инструмент, выполняемый из русской стали, был отмечен медалями на всероссийских технических выставках. Архивные документы красноречиво свидетельствуют, что на предприятии работали высококвалифицированные рабочие.

Все это позволило использовать завод как базу для проверки и реализации изобретений по заказу научно-технической лаборатории Электротехнического института. Некоторые свои изобретения воплощал «в металле» видный отечественный судостроитель А. Н. Крылов, который жил по соседству, на Зверинской улице. Постепенно основным заказчиком Г. М. Пека становится Морское Ведомство. Незадолго до начала Первой мировой войны завод Г. М. Пека выполнял крупные заказы на поставку различной электроарматуры, приборов и при-

## 130 ЛЕТ НА СЛУЖБЕ ФЛОТУ РОССИИ К ЮБИЛЕЮ ОАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «МЕРИДИАН»

**А. А. Копанев**, *д-р техн. наук, проф., генеральный директор,*  
**В. А. Мозуций**, *председатель профкома, ОАО «НПФ «Меридиан»,*  
*контакт. тел. (812) 232 3975*



**А. А. Копанев**



**В. А. Мозуций**

надлежностей для строящихся на российских верфях кораблей «Павел I», «Бородино», «Адмирал Макаров».

После Октябрьской революции, в начале 1918 г., завод Г. М. Пека был консервирован и находился под охраной, его цеха пустовали. Второе рождение предприятия связано с именем изобретателя В. И. Бекаури, создателя, руководителя и вдохновителя Экспериментальной мастерской научных изобретений (ЭКСМАНИ). Оно происходило в условиях разрухи, когда фабрики и заводы Петрограда лишь начали оживать. В городе, наводненном безработными, не хватало квалифицированных рабочих, и Бекаури привлекает к восстановлению предприятия бывшего заводского мастера А. И. Вильде, приказывает ему найти старых механиков и станочников. Опытный мастер с этой задачей справился.

В 1921 г. В. И. Бекаури, действуя по мандату, выданному В. И. Лениным, организует «Остехбюро», под эгидой ко-

торого бывший завод Г. М. Пека в 1923 г. официально возобновляет свою деятельность экспериментально-изобретательского характера. Постепенно начинает формироваться поколение рабочих и управленцев нового времени.

Работы, выполняемые предприятием в составе «Остехбюро» продолжают до 1937 г. В сентябре 1939 г. после ряда реорганизаций по решению Экономического совета Совнаркома СССР предприятие передается в ведение Наркомата судостроения. С этого момента и по настоящее время вся его деятельность связана с отечественной судостроительной отраслью. Предприятие становится центральной производственной базой по разработке и изготовлению нетипового оборудования, монтажно-установочных изделий, электрической аппаратуры, пультов для всех предприятий Связьмортреста.

Великая Отечественная война преврала планы по реконструкции, переоборудованию и расширению производственных площадей завода. Свыше 70 % кадровых рабочих ушли на фронт, их место заняли женщины и подростки. В декабре 1941 г. завод пришлось почти полностью остановить из-за нехватки электроэнергии, сырья, топлива. Большинство оборудования было эвакуировано, но даже в страшные дни блокады деятельность предприятия не прекращалась. В осажденном Ленинграде оно продолжало работать. Группа специалистов заводской лаборатории во главе с ее начальником Б. С. Барановым была направлена на объекты Балтийского флота для ремонта и наладки приборов и систем. Приказом командующего Балтийским флотом старший инженер Б. С. Баранов был награжден орденом Красной Звезды «за образцовое выполнение заданий командования на фронте борьбы с немецкими захватчиками и проявленные при этом доблесть, мужество и героизм». Более 60 работников завода погибли на фронтах войны или умерли в блокадные годы, порой прямо в заводских цехах.

В начале 1943 г. в цехах завода начинается ремонт судовой радиотехнической аппаратуры. После окончания Великой Отечественной войны завод быстро пополняется новым оборудованием, воз-

вращаются демобилизованные воины — бывшие и новые рабочие, инженерно-технические работники.

Вновь организуется исследовательская лаборатория, ведутся разработки тензометрической аппаратуры, начинается серийный выпуск знаменитых судовых радиопередатчиков типа АСП-4. С участием ведущих научно-исследовательских институтов отрасли осваиваются новые тематические направления. Предприятие окончательно перестраивает свою работу в направлении судового приборостроения с использованием средств быстро развивающейся электроники. В 50-е гг. XX в. предприятие самостоятельно разрабатывает системы измерения и компенсации магнитных полей, автоматические судовые системы пожаротушения, в том числе датчики, создаются образцы новых изделий для измерения неэлектрических величин: прогибомеры, кренодифференциметры, торсионметры.

Приказом Министерства судостроительной промышленности в марте 1963 г. предприятие преобразуется в Особое конструкторское бюро (ОКБ-860) с присоединением к нему опытного завода. Также в состав ОКБ-860 входят три тематических отдела из ОКБ-781. С этого момента предприятие начинает работать по новому направлению, связанному с использованием корабельного вооружения: ведет разработку боевых информационно-управляющих систем, системы совместного безопасного применения оружия, пультов судового вождения и других систем обработки информации специального назначения. Предприятие преобразуется в полноценное конструкторское бюро с исследовательскими и конструкторскими отделами.

В 1966 г. приказом министра судостроительной промышленности ОКБ-860 преобразуется в Ленинградское конструкторское бюро «Кризо», которое в 1968 г. получает новое название — ЦКБ «Меридиан». Предприятие становится базовой организацией по разработке и изготовлению пультов и секций судового вождения.

С 1968 по 1976 г. ЦКБ «Меридиан» и завод «Кризо» сосуществуют как независимые предприятия, а в 1976 г. на базе головного предприятия ЦКБ «Меридиан» создается Научно-производственного объединения «Меридиан», в которое вошли завод «Кризо» и филиалы в Харькове и в Севастополе.

В 1983 г. НПО «Меридиан» торжественно отметило 100-летие со дня своего основания. Из скромной механической мастерской мещанина Пека предприятие превратилось в мощный научно-производственный комплекс с многотысячным коллективом рабочих, инженерно-технических работников и служащих — специалистов высочайшей квалификации. Государство высоко оценило вклад НПО «Меридиан», наградив его коллектив ор-

деном Трудового Красного Знамени. Это было время расцвета предприятия, обеспечивающего потребности Советского Союза в новой технике для судостроения.

В этот период предприятие работает над разработкой и изготовлением систем корабельной защиты, таких как противопожарные системы, системы измерения и компенсации электромагнитных полей, пульты судового вождения, информационно-управляющие системы и системы совместного безопасного применения оружия, системы управления средствами радиосвязи и радиоэлектронными средствами специального назначения, тренажерные, обучающие и диагностические комплексы.

Нельзя не отметить тех руководителей и специалистов, чьим самоотверженным трудом в послевоенное время до 1992 г., создавались сложнейшая радиоэлектронная техника и авторитет предприятия, способного выполнить самые напряженные производственные планы. Руководителями предприятия с 1963 по 1992 г. были: Николай Александрович Иванов, Николай Васильевич Евстифеев, Николай Евгеньевич Казаринов и Петр Петрович Кудакор. С 1992 г. и по настоящее время предприятием руководит Александр Алексеевич Копанев, доктор технических наук, профессор, почетный судостроитель РФ, лауреат Премии Правительства РФ. Главными инженерами предприятия были: А. А. Романов, В. И. Алексеев, Е. Г. Сорокин, А. А. Копанев. Среди руководителей подразделений предприятия и ведущих специалистов можно отметить Д. С. Аврутина, Е. Д. Питько, М. П. Зубакова, З. А. Оршанского, Б. М. Фишера, Е. А. Фомичева, Ю. Г. Лобанова, Н. К. Темкина, Н. И. Ионсона, В. Г. Глушинского, Б. А. Чеботарева, А. А. Никонорова, Г. Я. Скородумову, А. П. Панькина и многих др.

Наступил 1991 г., который ознаменовался распадом Советского Союза, еще и одновременно он ознаменовал начало серьезных преобразований, в том числе на нашем предприятии. С провозглашением независимости Украины из объединения вышли филиалы. Вслед за этим был приватизирован и вышел из состава объединения завод «Кризо». Объем госзаказа на предприятии упал практически до нуля, начала резко сокращаться численность работников. Перед руководством ЦКБ «Меридиан», правопреемником НПО «Меридиан», встал главный вопрос — что нужно сделать, чтобы сохранить предприятие?

Основными задачами в это тяжелое время начала 90-х гг. стали сохранение «костяка» кадрового состава инженерно-технических работников и рабочих опытного производства, а также производственных мощностей и технологического оборудования. Эти задачи были решены благодаря поиску новых направлений деятельности.

С 1991 по 1993 г. предприятие диверсифицировало свое производство и конструкторские подразделения на выпуск востребованной гражданской продукции. Был освоен выпуск витринных панелей из алюминия и стекла, которыми были оснащены универсам «Большой Гостиный Двор» в Петербурге, разработаны и успешно изготавливались несущие конструкции рекламных носителей, которые до сих пор надежно стоят вдоль Пулковского шоссе. Многие магазины и бутики города были оснащены стеллажами и стойками для одежды из нержавеющей стали нашего производства. Впервые в истории предприятия по контракту с мэрией Санкт-Петербурга была разработана гражданская система пожарной безопасности «Сирена», предназначенная для жилых зданий повышенной этажности и объектов инфраструктуры города. Этими современными системами, которые эксплуатируются до сих пор, силами специалистов предприятия были оборудованы такие объекты, как здание Комитета по финансам Правительства Петербурга на Вознесенском проспекте, комплекс зданий универсама «Дом Ленинградской Торговли», универсамы «Детский мир», объекты жилищного строительства.

Одновременно система «Сирена» была сертифицирована для применения в топливно-энергетическом комплексе, благодаря чему ею оснащают целые ряды нефте-газодобывающих комплексов Западной Сибири.

Усилия не прошли даром — предприятию удалось сохранить высококвалифицированные рабочие и инженерные кадры и развить опытное производство до уровня серийного, что обеспечило к 1995 г. вхождение вместе с другими судостроительными предприятиями страны в экспортную программу строительства кораблей пр. 15, 25 А и 16 для ВМС Индии. В ходе реализации этой программы были поставлены иностранному заказчику БИУС третьего поколения типа «Требование-Э», комплексы систем совместного безопасного применения оружия типа «Блокировка», системы включения средств пожаротушения типа «АПЗ-028», системы температурного мониторинга типа «СТС-072».

Успешное завершение первой экспортной программы позволило предприятию провести глубокую модернизацию и обеспечить расширение производственных мощностей собственного производства с целью организации серийного выпуска новых изделий.

Так, в 1998—2000 гг. в инициативном порядке была разработана современная система боевого управления надводных кораблей четвертого поколения «Требование-М», которая стала основой экспортного потенциала предприятия на ближайшее десятилетие. В это же время разрабатываются и внедряются в производство



**Автоматизированное рабочее место БИУС «Требование-М»**



**Система взрывопожаробезопасности «АПЗ-028»**



**Интегрированная мостиковая система судна на подводных крыльях «Комета 120 М»**

новейшие системы корабельной пожарной сигнализации «Касатка-М», системы температурного мониторинга «СТС-М», комплексы систем компенсации магнитных полей кораблей типа АМК-51. Все эти инновационные изделия стали основой второй экспортной программы предприятия, а именно — обеспечения стро-

ительства трех кораблей пр. 11356 для ВМС Индии. В эти же годы предприятием поставляются изделия для ВМС Вьетнама (пр. ПС500) и Китая (пр. 956Э).

Важной вехой в истории предприятия явилось его акционирование в 1999 году и преобразование в открытое акционерное общество «Научно-производственное объединение «Меридиан». В 2004 г. Указом Президента РФ предприятие включено в Перечень стратегических акционерных обществ РФ. В 2007 г. Указом Президента РФ ОАО «НПФ «Меридиан» входит в состав Концерна ОАО «Моринформсистема – Агат».

С 1995 г. по настоящее время в портфеле заказов предприятия преобладает экспортная составляющая. Изделиями «Меридиана» оснащаются корабли пр. 25А, 16, 11356, 17, 15А, 28 и др. В кооперации с другими отечественными предприятиями ОАО «НПФ «Меридиан» участвует в создании совместных БИУС для кораблей пр.17 ВМС Индии. Одновременно растет доля гособоронзаказа в общем объеме работ. Так, системами взрывопожаробезопасности типа «АПЗ-028» и «СТС-М» оснащаются корабли пр. 20380, 22350, 22460, 550 М, 11357 и другие корабли ВМФ РФ.

Практически на все корабли, строящиеся для отечественного ВМФ, устанавливаются системы безопасного применения оружия типа «Блокировка». Широкое применение на отечественных и зарубежных флотах получили системы компенсации магнитных полей типа АМК-51 (пр. 12418, 11661, ТП400).

На заводе «Янтарь» идет строительство шести кораблей пр. 11357 для ВМФ РФ с использованием автоматизированной системы боевого управления «Требование-М».

В последние годы также увеличивается доля работ предприятия в инте-

ресах гражданского сектора народного хозяйства за счет разработки и поставки изделий обеспечения взрывопожаробезопасности («Сирена-М», «Сирена-МК») в нефтегазодобывающем комплексе страны, а также интегрированных мостиковых систем на гражданском флоте (сухогрузы, теплоходы, суда на подводных крыльях).

Растет объем работ, выполняемых в рамках федеральных целевых программ.

Все эти результаты были бы невозможны без расширения производственных мощностей, внедрения новых технологий, повышения производительности труда. В настоящее время предприятие ведет строительство производственно-лабораторного корпуса в Санкт-Петербурге, введенные в действие новые цеха металлообработки, линии порошковых и лакокрасочных покрытий в филиале «Специальная испытательная станция «Меридиан» в г. Луга Ленинградской области, ведется техническое перевооружение производства, реализуются планы внедрения новых технологий проектирования в центральном конструкторском бюро.

Сегодня на новом витке развития ОАО «НПФ «Меридиан», вошедшего наряду с другими современными предприятиями в концерн «Моринформсистема – Агат», коллектив успешно решает новые задачи. Это позволяет сохранять высокий научно-технический потенциал, создавать весомый научно-технический задел на будущее, развивать «двойные технологии», использовать опыт работы предприятия по созданию военной продукции при изготовлении гражданской продукции, одновременно уделяя большое внимание снижению трудоемкости ее изготовления.

Коллектив ОАО «Научно-производственная фирма «Меридиан» в год своего очередного юбилея с уверенностью смотрит в будущее. ■



**Основные направления деятельности ОАО «НПФ «Меридиан»**

**К** современным системам управления движением подводными аппаратами предъявляют повышенные требования к надежности и точности, в основном это относится к измерительным датчикам и вычислительным каналам обработки информации, работающим в наиболее тяжелых условиях эксплуатации и подверженным повышенным механическим, термическим и электромагнитным нагрузкам. Это приводит к тому, что отказы информационных (измерительных и вычислительных) каналов составляют до 60% отказов систем управления [1].

Для повышения надежности и отказоустойчивости информационных систем вводят некоторую избыточность, т.е. наличие в структуре системы возможностей сверх тех, которые могли бы обеспечить ее нормальное функционирование. Основным видом избыточности является введение дополнительного набора измерительной или вычислительной аппаратуры. *Избыточность измерительной аппаратуры* позволяет создавать наборы измерительных комплексов, необходимых для восстановления полного набора координат движения объекта управления. *Избыточность вычислительной аппаратуры* позволяет создавать систему параллельных независимых вычислительных каналов.

### МОДЕЛЬ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Полная модель пространственного движения объекта управления описывается системой нелинейных дифференциальных уравнений вида  $\dot{x}^* = f(x, u, a, F, t)$ , где  $x, u, a, F$  – векторы состояния, управления, гидродинамических параметров и внешних возмущений. Структура вектор-функции  $f(x, u, a, F, t)$  во многом зависит от воли и опыта разработчика системы управления, а гидродинамические параметры определяются, как правило, опытным путем в гидродинамических трубах, где удовлетворительного качества ряда параметров достичь сложно. Ошибки при этом могут достигать 50%. Для исследования отдельных режимов управления движением корабля обычно используют более простые модели. В данной работе рассматривается линейная модель пространственного движения морского подвижного объекта (МПО). Такая модель в общем виде описывается следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\dot{x}^* = Ax + BU + \zeta, \quad (1)$$

где  $x = (V_y, \omega_z, \psi, \eta, V_z, \omega_y, \phi, \omega_x, \theta)^T$  – вектор состояния, причем  $V_y, V_z, \omega_z, \omega_y, \omega_x$  – линейные и угловые скорости движения;  $\psi$  – дифферент;  $\eta$  – глубина погружения;  $\phi$  – курс и  $\theta$  – крен;  $U = (u_p, u_{pb}, u_{nb})^T$  – вектор управлений кормовым, носовым и вертикальными рулями;

$\zeta = (\zeta_{V_y}, \zeta_{\omega_z}, \zeta_{\psi}, \zeta_{\eta}, \zeta_{V_z}, \zeta_{\omega_y}, \zeta_{\phi}, \zeta_{\omega_x}, \zeta_{\theta})^T$  – слу-

# О ПОСТРОЕНИИ ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

**Л.М. Клячко**, д-р техн. наук, генеральный директор ОАО «ЦНИИ «Курс»,  
**Н.Н. Тарасов**, канд. техн. наук, ст. научный сотрудник,  
**Г.Э. Острецов**, канд. техн. наук, ст. научный сотрудник, ИПУ РАН,  
 контакт. тел. 8 (495) 334 9220

чайный процесс с нулевым средним  $M[\zeta(t)] = 0$  и ковариационной матрицей  $\text{cov}(\zeta(t)\zeta^T(\tau)) = Q(t)\delta(t - \tau)$ ;  $A$  и  $B$  – известные матрицы состояния и управления, зависящие от скорости движения.

### ШТАТНЫЙ НАБОР ИЗМЕРИТЕЛЕЙ

В штатный комплект измерительной системы входят датчики угловых скоростей  $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ , угла дифферента  $\psi$ , глубины  $\eta$ , курса  $\phi$  и крена  $\theta$ , причем датчик глубины, как правило, расположен в центре тяжести объекта. Модель измерения в общем виде представляется следующим выражением [2]:

$$y = Cx + \zeta, \quad (2)$$

где  $y = (y_{\omega_z}, y_{\omega_y}, y_{\omega_x}, y_{\psi}, y_{\eta}, y_{\phi}, y_{\theta})^T$  – вектор измеряемых координат  $\omega_z, \omega_y, \omega_x, \psi, \eta, \phi, \theta$ ;  $\zeta = (\zeta_{\omega_z}, \zeta_{\omega_y}, \zeta_{\omega_x}, \zeta_{\psi}, \zeta_{\eta}, \zeta_{\phi}, \zeta_{\theta})^T$  – вектор помех измерения,  $C$  – известная матрица.

### АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ПОЛНОМ НАБОРЕ ДАТЧИКОВ

Для формирования качественных алгоритмов управления движением неопределенного объекта и полная информация о фазовых координатах. Это достигается с помощью алгоритмов фильтрации. При таком наборе датчиков алгоритм фильтрации, позволяющий получить полный набор вектора координат по моделям (1)–(2) с минимальной среднеквадратической ошибкой, имеет вид [3]

$$\dot{\hat{x}}^* = A\hat{x} + Bu + K(y - C\hat{x}), \quad (3)$$

где  $\hat{x} = (\hat{V}_y, \hat{\omega}_z, \hat{\psi}, \hat{\eta}, \hat{V}_z, \hat{\omega}_y, \hat{\phi}, \hat{\omega}_x, \hat{\theta})^T$  – вектор оценок фазовых координат;  $K = PC^T R^{-1}$  – матрица коэффициентов обратной связи, определяемая из уравнения Риккати [3]  $P^* = AP + PA^T - PC^T R^{-1} CP + Q$ , где  $R = \text{diag}(r_{ii})$ ,  $Q = \text{diag}(q_{ii})$  – известные матрицы.

Данная система получения полной информации о координатах движения обладает одним существенным недостатком. Она чувствительна как к отказам датчиков информации, так и к отказам вычислительных каналов. На рис. 1 и 2 представлены результаты моделирования типовой системы управления движением корабля при отказе датчиков глубины и курса соответственно.

Из рисунков видно, что при отказе одного из датчиков полную информацию о векторе состояния объекта управления получить невозможно, а следовательно, система управления становится

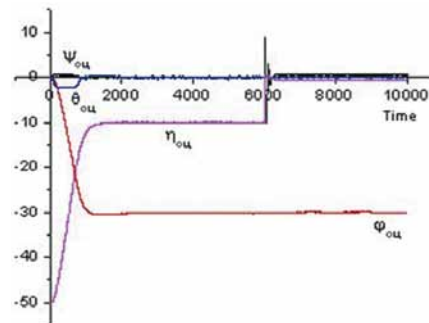


Рис. 1. Переход по глубине и курсу при отказе датчика глубины  $y_{\eta}$

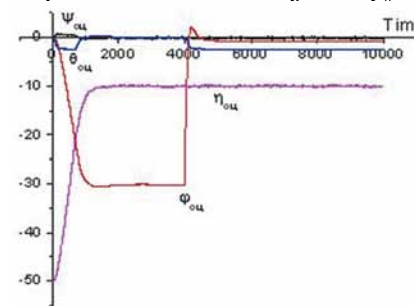


Рис. 2. Переход по глубине и курсу при отказе датчика курса  $y_{\phi}$

нерботоспособной. На рис. 1, 2 также показаны оценки углов дифферента и крена. Аналогичные результаты получаются при отказах других датчиков. Кроме этого, при отказе одного из вычислительных каналов происходит отказ системы управления.

Предлагаемый в работе подход, основанный на использовании избыточных датчиков и вычислительных каналов, позволяет устранить рассмотренный сбой в системе.

### ИЗБЫТОЧНЫЙ НАБОР ИЗМЕРИТЕЛЕЙ

При отказе даже одного из датчиков, как показано на рис. 1–2, система становится не наблюдаемой, и восстановится полный набор фазовых координат невозможно, а следовательно, качество управления объектом либо резко ухудшится, либо управление станет невозможным. Для того чтобы качество управления не изменилось, в работе рассмотрена как аппаратная избыточность датчиков, так и программная избыточность каналов обработки информации и формирования законов управления. Вместо одного датчика глубины  $y_{\eta}$  предлагается рассмотреть еще два датчика  $y_{\eta 1}$  и  $y_{\eta 2}$ , раз-



несенных на расстояниях  $l_1$  по оси OX от центра и  $l_2$  по оси OZ от оси OX, как показано на рис. 3 [4].

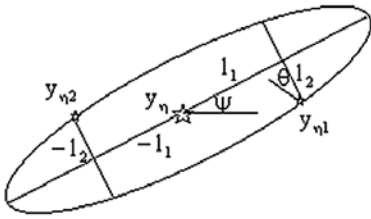


Рис. 3. Расположение дополнительных датчиков глубины на корабле

Переменные  $\theta, \psi, \eta, \eta_1, \eta_2$  связаны между собой следующими соотношениями  $\eta_1 = \eta + l_1\psi + l_2\theta$  и  $\eta_2 = \eta - l_2\psi - l_2\theta$ , позволяющими по трем любым переменным восстанавливать четвертую. Такой подход позволяет повысить надежность системы управления в случае отказа одного или даже двух датчиков, а также в случае отказа одного или нескольких вычислителей.

В этом случае система измерения представляется в виде

$$\begin{aligned} y_\psi &= \psi + \zeta_\psi; & y_\eta &= \eta + \zeta_\eta; & y_\varphi &= \varphi + \zeta_\varphi; \\ y_\theta &= \theta + \zeta_\theta; & y_{\eta_1} &= \eta + l_1\psi + l_2\theta + \zeta_{\eta_1}; & (4) \\ y_{\eta_2} &= \eta - l_2\psi - l_2\theta + \zeta_{\eta_2}. \end{aligned}$$

В матричном виде получим выражение аналогичное, рассмотренное ранее  $y = Cx + \zeta$ , где  $y = (y_\psi, y_\eta, y_\varphi, y_\theta, y_{\eta_1}, y_{\eta_2})^T$  – вектор измеряемых координат  $\psi, \eta, \varphi, \theta$ ;  $\zeta = (\zeta_\psi, \zeta_\eta, \zeta_\varphi, \zeta_\theta, \zeta_{\eta_1}, \zeta_{\eta_2})^T$  – векторный высокочастотный процесс, характеризующий шум измерения.

Система (4) является избыточной, так как для восстановления полного вектора состояния  $\hat{x} = (\hat{V}_x, \hat{\omega}_x, \hat{\psi}, \hat{\eta}, \hat{V}_z, \hat{\omega}_z, \hat{\varphi}, \hat{\omega}_\varphi, \hat{\theta})^T$  необходим один из  $C_5^3 = \frac{5!}{3!2!} = 10$  следующих наборов измерителей, обеспечивающих полную наблюдаемость системы управления:

$$\begin{aligned} Y_1 &= (y_\eta, y_\varphi, y_\theta, y_{\eta_1})^T; & Y_2 &= (y_\eta, y_\varphi, y_\theta, y_{\eta_2})^T; \\ Y_3 &= (y_\eta, y_\varphi, y_{\eta_1}, y_{\eta_2})^T; & Y_4 &= (y_\varphi, y_\theta, y_{\eta_1}, y_{\eta_2})^T; \\ Y_5 &= (y_\psi, y_\varphi, y_\theta, y_{\eta_1})^T; & Y_6 &= (y_\psi, y_\varphi, y_\theta, y_{\eta_2})^T; \\ Y_7 &= (y_\psi, y_\varphi, y_{\eta_1}, y_{\eta_2})^T; & Y_8 &= (y_\psi, y_\eta, y_\varphi, y_{\eta_1})^T; \\ Y_9 &= (y_\psi, y_\eta, y_\varphi, y_{\eta_2})^T; & Y_{10} &= (y_\psi, y_\eta, y_\varphi, y_\theta)^T. \end{aligned}$$

Для каждого набора измерителей алгоритмы фильтрации представляются в виде, аналогичном алгоритму (3)  $\hat{x}^* = A\hat{x} + Bu + K(y - C\hat{x})$ , где  $C_i$  – известные матрицы, размерности  $4 \times 9$ , формируемые в блоке формирования наблюдений.

Структурная схема системы обработки информации представлена на рис. 4. В начальный момент времени включаются все 10 фильтров, и снимаемая с них информация поступает в блок диагностики отказов. В случае исправной работы всех датчиков определяются наилучшие оценки координат, из которых и формируется закон управления. При отказе одного или двух датчиков происходит отключение тех фильтров, кото-

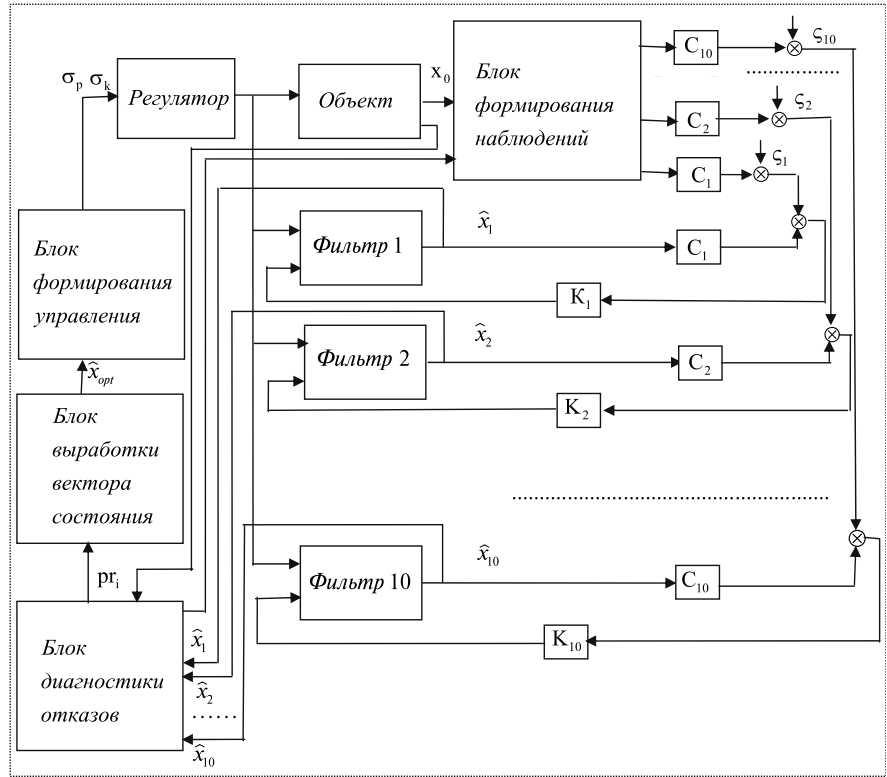


Рис. 4. Структурная схема отказоустойчивой системы управления

рые используют информацию отказавших измерителей. Так, при отказе датчика дифферента  $\psi$  в системе обработки информации работают четыре фильтра с датчиками  $y_1, y_2, y_3, y_4$ , которые образуют четыре независимых канала получения оценок вектора состояния. При отказе датчика глубины  $\eta$  в системе работают фильтры с датчиками  $y_5, y_6, y_7, y_8$ . При отказе датчика крена  $\theta$  в системе обработки информации работают фильтры с датчиками  $y_8, y_9, y_7, y_3$ . При отказе датчика глубины  $\eta_1$  работают фильтры с датчиками  $y_{10}, y_9, y_6, y_2$ . При отказе датчика глубины  $\eta_2$  в системе работают фильтры с датчиками  $y_{10}, y_8, y_5, y_1$ .

Как отмечалось ранее, указанные измерения позволяют восстановить полный набор координат движения. При отказе же датчика курса система становится не наблюдаемой, и, чтобы получить полный набор координат движения, необходима дополнительная связь между курсом  $\varphi$  и измеряемыми координатами. Известно, что любое изменение курса влечет за собой появление крена. Эта связь для рассматриваемого в работе объекта управления с достаточной степенью точности описывается уравнением вида  $\hat{\varphi}^* = K_\varphi \hat{\theta}$ , где  $K_\varphi$  – коэффициент, зависящий от скорости хода корабля. Таким образом, вместо отказавшего датчика  $y_\varphi$  предлагается использовать одну из следующих структур:

$$\begin{aligned} \hat{\varphi}_1 &= \hat{\varphi}_1 + K_\varphi h y_\theta, \\ \hat{\varphi}_2 &= \hat{\varphi}_2 + K_\varphi h (y_{\eta_1} - y_{\eta_1} - l_1 y_\psi) / l_2, \\ \hat{\varphi}_3 &= \hat{\varphi}_3 + K_\varphi h (y_\eta - y_{\eta_2} - l_2 y_\psi) / l_2, \end{aligned}$$

определяющие связь между креном  $\theta$  и изменением курса  $\varphi^*$ , причем коэффи-

циент  $K_\varphi$  определяется на этапе проектирования с помощью алгоритмов идентификации и уточняется непосредственно в рабочих режимах плавания.

На этапе проектирования исследования показали, что коэффициент  $K_\varphi$  может быть представлен в виде  $K_\varphi = \frac{aV_x + b}{V_x^{3/2}}$ , где  $a$  и  $b$  – неизвестные параметры, подлежащие определению. Отсюда получим связь между оценками координат движения  $aV_x \hat{\theta} + b\hat{\theta} = V_x^{3/2} \hat{\varphi}^*$ . Проводя ряд замеров координат  $\theta$  и  $\varphi^*$ , получим систему равенств  $aV_x \hat{\theta}_i + b\hat{\theta}_i = V_x^{3/2} \hat{\varphi}_i^*$ ,  $i = 1, n$ . Согласно критерию min среднеквадратической ошибки оценки неизвестных параметров  $a$  и  $b$  определяется в виде [5]

$$(\hat{a}, \hat{b}) = V_x^{3/2} \hat{\varphi}_n^* (V_x \hat{\theta}_n, \hat{\theta}_n) \left\{ \begin{pmatrix} V_x \hat{\theta}_n \\ \hat{\theta}_n \end{pmatrix} \right\}^{-1} \begin{pmatrix} V_x \hat{\theta}_n \\ \hat{\theta}_n \end{pmatrix}.$$

Моделирование показало, что при скоростях  $V_x \leq 10$  м/с коэффициент  $K_\varphi$  определяется в виде

$$K_\varphi = \frac{0,375V_x + 0,875}{V_x^{3/2}},$$

при скоростях  $10 \text{ м/с} \leq V_x \leq 20 \text{ м/с}$

$$K_\varphi = \frac{4,5}{V_x^{3/2}},$$

при скоростях  $V_x \geq 20 \text{ м/с}$

$$K_\varphi = \frac{-0,15V_x + 7,5}{V_x^{3/2}}.$$

При отказе двух датчиков работает один из оставшихся фильтров:

При отказе датчиков дифферента  $\psi$  и глубины  $\eta$  в системе обработки информации работает фильтр с датчиками  $y_4 = (y_\varphi, y_\theta, y_{\eta_1}, y_{\eta_2})$ . При отказе датчиков дифферента  $\psi$  и крена  $\theta$  в

системе работает фильтр с датчиками  $y_3 = (y_{\eta}, y_{\varphi}, y_{\eta_1}, y_{\eta_2})$ .

При отказе датчиков дифферента  $\psi$  и глубины  $\eta_1$  работает фильтр с датчиками  $y_2 = (y_{\eta}, y_{\varphi}, y_{\theta}, y_{\eta_2})$ . При отказе датчиков дифферента  $\psi$  и глубины  $\eta_2$  работает фильтр с датчиками  $y_1 = (y_{\eta}, y_{\varphi}, y_{\theta}, y_{\eta_1})$ . При отказе датчиков глубины  $\eta$  и крена  $\theta$  работает фильтр с датчиками  $y_7 = (y_{\psi}, y_{\varphi}, y_{\eta_1}, y_{\eta_2})$ . При отказе датчиков глубины  $\eta$  и глубины  $\eta_1$  работает фильтр с датчиками  $y_6 = (y_{\psi}, y_{\varphi}, y_{\theta}, y_{\eta_2})$ .

При отказе датчиков глубины  $\eta$  и глубины  $\eta_2$  работает фильтр с датчиками  $y_5 = (y_{\psi}, y_{\varphi}, y_{\theta}, y_{\eta_1})$ . При отказе датчиков крена  $\theta$  и глубины  $\eta_1$  работает фильтр с датчиками  $y_9 = (y_{\psi}, y_{\eta}, y_{\varphi}, y_{\eta_2})$ . При отказе датчиков крена  $\theta$  и глубины  $\eta_2$  работает фильтр с датчиками  $y_8 = (y_{\psi}, y_{\eta}, y_{\varphi}, y_{\eta_1})$ . При отказе датчиков глубины  $\eta_1$  и глубины  $\eta_2$  работает фильтр с датчиками  $y_{10} = (y_{\psi}, y_{\eta}, y_{\varphi}, y_{\theta})$ .

Алгоритмы оценивания при этом во всех случаях остаются практически неизменными  $\hat{x}^* = A\hat{x} + Bu + K(y - C\hat{x})$ , где индекс  $i$  определяет количество работающих фильтров, которые распределены по различным вычислительным устройствам. Это сделано с той целью, что при отказе одного из вычислителей система обработки информации остается работоспособной. Таким образом, такая система является отказоустойчивой не только к отказам датчиков, но и к отказам вычислительных каналов.

**Блок диагностики отказов** предназначен для определения как отказавших датчиков, так и отказавших вычислительных каналов. При работающих датчиках признак отказа равен нулю. При отказе датчика вырабатывается признак отказа конкретного датчика, по которому отказавшие датчики отключаются.

**Блок формирования наблюдений** формирует матрицы наблюдений для работающих наборов датчиков  $C_i$  по данным, поступающим из блока диагностики отказов. При этом происходит отключение отказавших датчиков или вычислительных каналов.

**Блок выработки вектора состояния** предназначен для определения наилучшей информации о состоянии объекта управления, поступающей из блока диагностики отказов. Одним из самых простых способов получения обобщающей информации является осредненное значение всех оценок, снимаемых с работающих фильтров.

В случае работы всех десяти фильтров выбирается среднее арифметическое значение каждого из фильтров

$$x_{\text{opt}} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} x_i.$$

В случае отказа одного из датчиков в системе управления работают только

четыре фильтра, и оптимальное значение вектора состояния выбирается как среднее арифметическое показаний оставшихся фильтров

$$x_{\text{opt}} = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 \hat{x}_i.$$

В случае отказа двух датчиков в системе управления работает только один фильтр, и оптимальное значение вектора состояния определяется из показаний данного фильтра  $x_{\text{opt}} = \hat{x}_i$ .

**Блок формирования управления** предназначен для формирования закона управления на основе полученных из блока выработки вектора состояния данных. Закон управления имеет вид

$$\sigma_1 = k_{\Delta\eta} \Delta\hat{\eta} + k_{V_y} \hat{V}_{\text{yopt}} - k_{u1} \hat{u}_k,$$

где  $\Delta\hat{\eta} = \hat{\eta}_{\text{opt}} - \eta_{\text{зад}}$ ;

$$\sigma_2 = k_{\Delta\psi} \Delta\hat{\psi} + k_{\omega_z} \hat{\omega}_{\text{zopt}} - k_{u2} \hat{u}_p,$$

где  $\Delta\hat{\psi} = \hat{\psi}_{\text{opt}} - \psi_{\text{зад}}$ ;

$$\sigma_3 = k_{\Delta\varphi} \Delta\hat{\varphi} + k_{\omega_{\text{yopt}}} \hat{\omega}_{\text{yopt}} - k_{u3} \hat{u}_{bb},$$

где  $\Delta\hat{\varphi} = \hat{\varphi}_{\text{opt}} - \varphi_{\text{зад}}$ ;

$$\sigma_4 = k_{\Delta\theta} \Delta\hat{\theta} + k_{\omega_{\text{xopt}}} \hat{\omega}_{\text{xopt}} - k_{u4} \hat{u}_{nb},$$

где  $\Delta\hat{\theta} = \hat{\theta}_{\text{opt}} - \theta_{\text{зад}}$ .

Здесь  $\hat{\eta}_{\text{opt}}, \hat{\psi}_{\text{opt}}, \hat{\varphi}_{\text{opt}}, \hat{\theta}_{\text{opt}}$  и  $\eta_{\text{зад}}, \psi_{\text{зад}}, \varphi_{\text{зад}}, \theta_{\text{зад}}$  – оценки, приходящие из блока выработки вектора состояния и заданные значения глубины, дифферента, курса и крена.

Уравнения регулятора при этом задаются в виде известных нелинейных уравнений  $u_k^* = f_1(\hat{\eta}_{\text{opt}}, \hat{V}_{\text{yopt}}, u_k)$ ,  $u_p^* = f_2(\hat{\psi}_{\text{opt}}, \hat{\omega}_{\text{zopt}}, u_p)$ ,  $u_{bb}^* = f_3(\hat{\varphi}_{\text{opt}}, \hat{\omega}_{\text{yopt}}, u_{bb})$  и  $u_{nb}^* = f_4(\hat{\theta}_{\text{opt}}, \hat{\omega}_{\text{xopt}}, u_{nb})$ , где  $f_1(\hat{\eta}_{\text{opt}}, \hat{V}_{\text{yopt}}, u_k)$ ,  $f_2(\hat{\psi}_{\text{opt}}, \hat{\omega}_{\text{zopt}}, u_p)$ ,  $f_3(\hat{\varphi}_{\text{opt}}, \hat{\omega}_{\text{yopt}}, u_{bb})$ ,  $f_4(\hat{\theta}_{\text{opt}}, \hat{\omega}_{\text{xopt}}, u_{nb})$  – известные нелинейные функции.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКАЗОВ

Методом моделирования показано, что с помощью расширенного набора датчиков, рассмотренных в работе, существенно повышается отказоустойчивость информационной системы управления при практически неизменном качестве оцениваемой информации.

На рис. 5–6 представлены результаты моделирования алгоритмов фильтрации в случае отказа одного из следующих датчиков  $\eta, \varphi$ .

Из рисунков видно, что отказ одного из датчиков не влияет на качество и полноту информации о векторе состояния объекта управления. Таким образом, система управления остается работоспособной и качество управления при этом не ухудшается. На рис. 5–6 также показаны оценки углов дифферента, крена и признаки отказов датчиков. Аналогичные результаты получаются при отказах любых других датчиков. При отказе одного из вычислительных каналов система управления остается также работоспособной.

На рис. 7–8 представлены результаты моделирования алгоритмов фильтра-

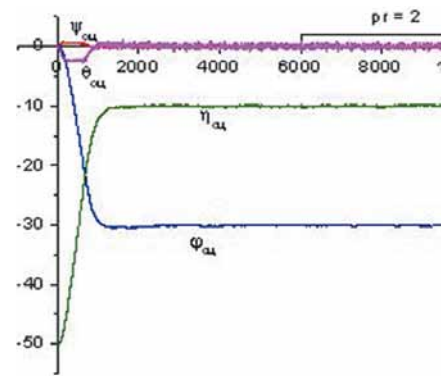


Рис. 5. Переход по глубине и курсу при отказе датчика глубины  $u_1$ .

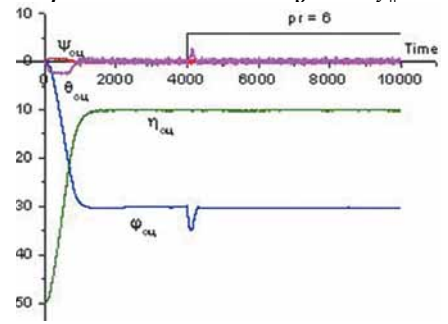


Рис. 6. Переход по глубине и курсу при отказе датчика курса  $u_{\varphi}$ .

ции в случае отказов двух следующих датчиков  $\eta, \varphi$  и  $\eta, \eta_1$ .

Из рисунков видно, что отказ даже двух датчиков не влияет на качество и полноту информации о векторе состояния объекта управления. Система управления при этом остается работоспособной и качество управления практически не меняется. На рис. 7–8 также показаны оценки углов дифферента, крена и признаки отказов датчиков. Аналогичные результаты получаются при отказах

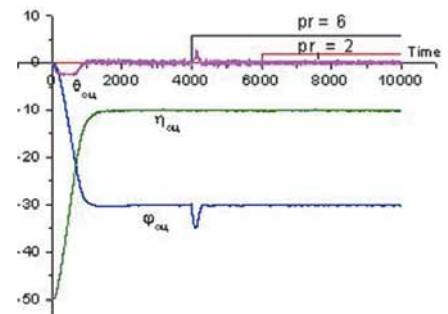


Рис. 7. Переход по глубине и курсу при отказе датчиков глубины  $u_{\eta}$  и курса  $u_{\varphi}$ .

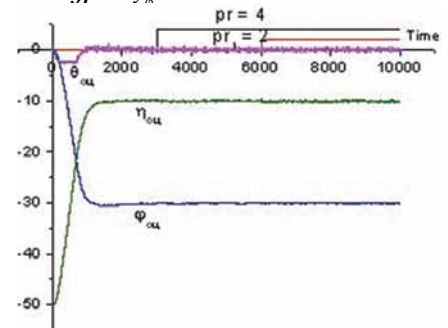


Рис. 8. Переход по глубине и курсу при отказе датчиков глубины  $u_{\eta}$  и глубины  $u_{\eta_1}$ .

любых пар других датчиков. При отказе одного из вычислительных каналов система управления остается также работоспособной.

Результаты моделирования показывают, что работоспособность информационной системы управления не изменяется при отказах как одного, так двух датчиков при различных комбинациях отказов. При этом качество управления практически остается неизменным. Использование такой информационной системы позволяет получать практически безотказные системы управления.

## ВВЕДЕНИЕ

При эксплуатации катамаранов смешанного плавания могут возникать аварийные и нештатные ситуации, связанные как с действием внешних факторов, так и с отказами в их программно-аппаратных средствах систем управления и контроля.

Критичными являются отказы в автоматизированных системах управления движением (АСУД) и технических средствах движения (ТСД). Такие отказы могут приводить к авариям с тяжелыми последствиями. При этом операторы из-за дефицита времени не успевают скомпенсировать быстроразвивающиеся аварийные ситуации.

В этих условиях возникает необходимость предоставления оператору возможности прогнозировать состояние судна и скорректировать процесс управления.

Такая возможность может быть реализована в виде бортовой системы информационной поддержки судоводителя (СИПС), которая контролировала бы процессы возникновения предаварийных и аварийных ситуаций и обеспечивала решение задач безопасности судовождения и безаварийности движения.

В структуре СИПС основным является программно-аппаратный блок, взаимодействующий со штатным программным обеспечением АСУД и ТСД, в котором генерируются алгоритмы принятия решений оператором (АПРО) [1].

Решение задач обеспечения безопасности судовождения при использовании СИПС достигается на основе анализа текущих данных подсистемы контроля пространственно-временных параметров, характеристик навигационных объектов и навигационных опасностей, опасных движущихся и неподвижных объектов и гидрометеорологических условий в географической системе координат с привязкой к электронной навигационной карте (ЭНК) и в судовой системе координат.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный в работе алгоритм оценивания вектора состояния позволяет получить надежную систему управления, устойчивую к отказам не только измерительных датчиков, но и к отказам вычислительных каналов. Это достигается за счет введения в измерительную систему избыточного набора датчиков (аппаратная избыточность) их разумного комплексирования с использованием независимых вычислительных каналов (программная избыточность).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Захаров Н.А., Калинин С.В., Клетиков В.И., Подхватилин Д.С. Алгоритмическое обеспечение отказоустойчивости распределенных систем управления // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2008. – №7. – С. 43–48.
2. Евланов Л.Г. Контроль динамических систем. – М.: Наука, 1979, с.430.
3. Квакернаак Х., Сиван Р. Линейные оптимальные системы управления. – М.: Мир, 1977, с.650.
4. Острецов Г.Э., Тарасов Н.Н. Построение отказоустойчивой системы управления подводным аппаратом. – Тр. XXXVIII Всерос. конфер. «Управление движением корабля и специальных подводных аппаратов». – М.: ИПУ РАН, 2012, с.135–142.
5. Трон Д. Методы идентификации систем. – М.: Мир, 1979, с. 302. ■

# К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ СУДОВОДИТЕЛЯ КАТАМАРАНА СМЕШАННОГО ПЛАВАНИЯ

**И.В. Телюк**, инженер-программист ОАО «Концерн «НПО «Аврора»,  
контакт. тел. (812) 292 9558

Решение задач обеспечения безопасности движения также достигается при обработке в СИПС данных подсистемы контроля пространственно-временных параметров и режимов движения судна в географической системе координат с привязкой к ЭНК и в судовой системе координат, а также подсистемы прогнозирования и аварийно-предупредительной сигнализации об аварийных режимах и опасных ситуациях.

При этом учитывается следующее:  
– СИПС при формировании алгоритмов принятия решения оператором должна обеспечивать оценку (контроль) состояния процессов управления в режимах «Стабилизация» и «Маневрирование»;  
– режимы характеризуются в АПРО именем класс в подклассах «Автомат», «Дистанционное» и «Ручное», со «своим» составом идентификаторов (признаков), описывающих регулируемые параметры и «наборы» аппаратных элементов АСУД.

В связи с этим в СИПС необходимо по результатам обработки данных от входящей в АСУД информационной подсистемы формировать в ускоренном масштабе времени данные оператору (судоводителю) о безопасных зонах, траекториях и параметрах движения судна, рекомендации по принятию оптимальных решений в опасных ситуациях движения.

## СТРУКТУРНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИПС

В упрощенном виде структуру СИПС можно представить в виде структурной схемы (рис. 1). В данной структуре основным элементом является программно-аппаратный блок (ПАБ), взаимодействующий с АСУД и ТСД при функционировании базы данных (БД), включающей параметры текущего процесса в каналах управления. В ПАБ также анализируется результат оценивания текущих процессов управления и их сравнение с соответствующими эта-

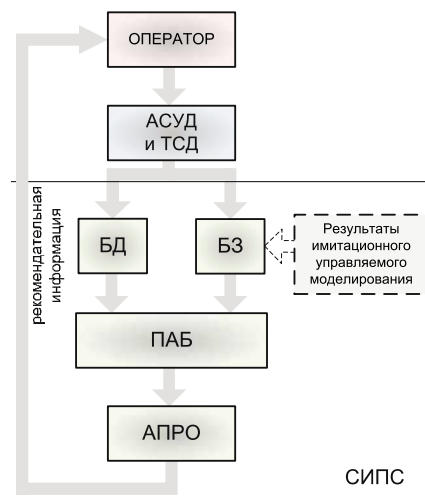


Рис. 1. Структура СИПС

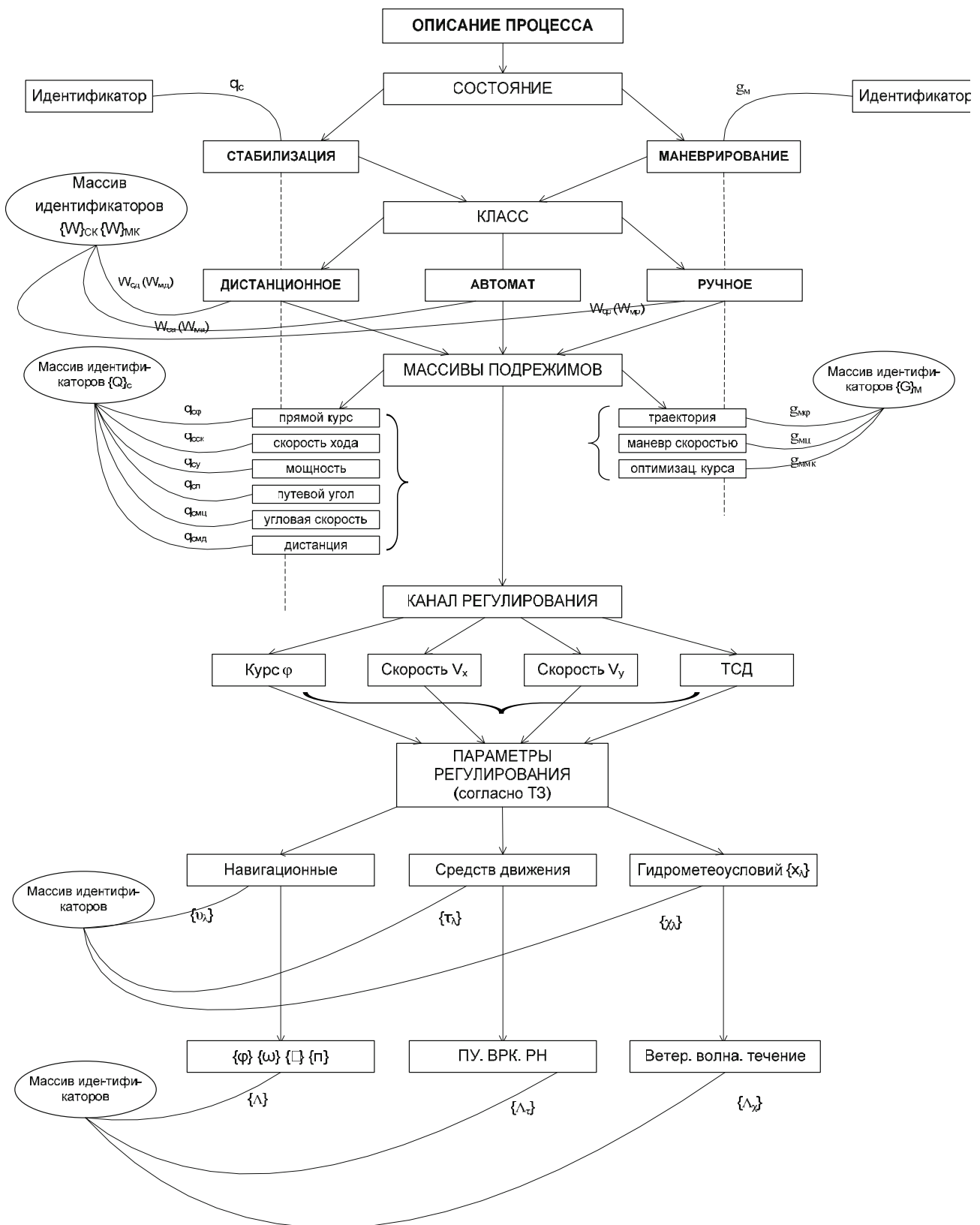


Рис. 2. Иерархия слоев параметров процессов управления при решении задач СИПС; ПУ – подруливающее устройство; ВРК – выдвижная рулевая колонка; РН – руль направления; ТСД – технические средства движения

лонными процессами, содержащимися в базе знаний (БЗ) и полученными в результате имитационного управляемого моделирования опытными экспертами-судоводителями. В ходе данного анализа ПАБ генерирует алгоритм принятия решения оператором (АПРО), рекомендации которого поступают судоводителю.

Структуру СИПС (см. рис. 1) целесообразно реализовывать на основе разрабатываемых моделей оценивания ситуаций управления (МОСУ) и назначения в МОСУ соответствующих идентификаторов – признаков состояния процессов управления.

Функциональную структуру МОСУ СИПС предлагается представить в виде взаимосвязанных иерархических слоев параметров процессов управления и соответствующих им режимов, которым присваиваются имена.

Так, для слоя «Состояние» такими именами являются «Стабилизация» и

Кодировка параметров

Код	Регулируемый параметр процесса управления
У <sub>10</sub>	Процесс изменения курса судна
У <sub>11</sub>	Изменения курса судна в классе «Автомат»
У <sub>12</sub>	Изменения курса судна в классе «Дистанционное»
У <sub>13</sub>	Изменения курса судна в классе «Полуавтоматическое»
У <sub>14</sub>	Изменения курса судна в классе «Дистанционное следящее»
У <sub>15</sub>	Изменения курса судна в классе «Ручное»
У <sub>20</sub>	Процесс изменения скорости хода судна
У <sub>21</sub>	Изменения скорости хода судна в классе «Автомат»
У <sub>22</sub>	Изменения скорости хода судна в классе «Дистанционное»
У <sub>23</sub>	Изменения скорости хода судна в классе «Полуавтоматическое»
У <sub>24</sub>	Изменения скорости хода судна в классе «Дистанционное следящее»
.....	.....
У <sub>30</sub>	Процесс изменения угловой скорости курса судна
У <sub>31</sub>	Изменения угловой скорости курса судна в классе «Автомат»
У <sub>32</sub>	Изменения угловой скорости курса судна в классе «Дистанц.»
У <sub>33</sub>	Изменения угловой скорости курса судна в классе «П/Автомат»
У <sub>34</sub>	Изменения угловой скорости курса судна в классе «Ручное»

«Маневрирование»; для слоя «Класс» – «Дистанционное», «Автомат», «Ручное» и т.д.

Иерархия параметров процесса управления представлена на рис. 2.

Присваиваемые по структуре слоев (см. рис. 2) идентификаторы предназначены для анализа в СИПС состояний имен процессов управления по принципу: *сверху* – от «сложного» к «простому»: «Состояние», «Класс режима», «Подрежимы», «Канал регулирования», «Параметры регулирования» и, в обратном направлении, *снизу* – от «простого» к «сложному».

Оценка процесса управления основывается на его рассмотрении как динамической системы в состояниях, определяемых двумя основными именами – «Стабилизация» и «Маневрирование» [2].

Идентификаторы состояния используются для оценки режимов функционирования АСУД под именем КЛАСС для его основных имен: «Автомат», «Дистанционное» и «Ручное».

Множество идентификаторов для имени «Стабилизация» представляется массивом  $\{W\}_{ск} = \{W_{ca}; W_{cd}; W_{cp}\}$ , где индекс «ск» – класс имени «Стабилизация».

Множество идентификаторов для имени «Маневрирование» представляется массивом  $\{W\}_{мк} = \{W_{ма}; W_{мд}; W_{мп}\}$ .

Аналогичным образом описываются другие слои структуры, представленной на рис. 2.

Например, для имени «Стабилизация» класса «Автомат» в «Подрежиме» движения «Прямой курс» процесс управления будет описываться последовательностью запрашиваемых СИПС идентификаторов:

$\{W\}_{ск} \rightarrow \{Q\}_c \rightarrow Y_{1-q_c} W_{ca-q_c}$ , а для имени «Маневрирование» в траекторном движении с управлением скоростью хода – последовательностью

$\{W\}_{мк} \rightarrow \{G\}_m \rightarrow Y_{2-g_m} W_{ma-g_{мк}}$ .

Для каждого эталонного процесса управления, формируемого опытными экспертами-судоводителями, обобщенному номеру – идентификатору присваивается индекс «Э».

Поскольку в процессе управления судном решаются различные задачи, для распознавания текущего варианта управления вводятся списки обобщенных номеров по числу рассматриваемых в каналах управления регулируемых параметров.

Тогда для имени «Стабилизация»:

$q_c - \{W\}_{ск} - \{Q\}_c - \sum Y_{ic}$ ;

для имени «Маневрирование»:

$g_m - \{W\}_{мк} - \{G\}_m - \sum Y_{im}$ ;

где  $\sum Y_{ic}$  и  $\sum Y_{im}$  – списки обобщенных номеров состояния управления по числу регулируемых параметров.

Кодировка регулируемых параметров показана в табл. 1.

Данные табл. 1 размещаются в организуемых БД и БЗ, входящих в СИПС.

Эти данные используются при функционировании систем управления базой данных (СУБД) и знаний (СУБЗ).

Дальнейшая конкретизация кодов на основе расширения идентификаторов  $\sum Y_{ic}$  и  $\sum Y_{im}$  табл. 1 требуется в задаче распознавания в СУБЗ на основе идентификаторов, указанных на рис. 2, степени соответствия текущих процессов управления эталонным по следующим подрежимам:

- вид и характеристики процесса регулирования (например, «Прямой курс» класса «Автомат» – определяет идентификатор У<sub>111</sub>; «Курс в траекторном движении» класса «Автомат» – идентификатор У<sub>112</sub>; «Курс на циркуляции» класса «Автомат» – идентификатор У<sub>113</sub>; и т.п. для регулируемых параметров и классов процесса управления);
- скорость изменения параметра регулирования при тенденции к выходу за пределы заданной уставки регулируемых параметров и классов процесса управления (например, «Превышение

- скорости хода» класса «Автомат» – определит идентификатор П<sub>211</sub>; «Превышение скорости хода» класса «Дистанционное» – идентификатор П<sub>221</sub> и т.п.);
- значения уставок регулируемых параметров (предельное значение расходуемой мощности; ограничение по величине - максимум, минимум...) в виде назначения соответственно кода 0, если параметр не выходит за пределы уставки и 1, если уставка превышает;
- условия блокировки команд неправильных действий оператора («защита»);
- классы изменения внешних воздействий (индикация, сообщения о превышениях и т.п.);
- заданные диапазоны расходуемой мощности потребителей (приоритеты по потребителям, изменению регулируемых параметров и т.п.).

Процесс обработки в АПРО данных табл. 1 предусматривает проведение оценки функционирования совокупности  $\sum АПРО_i$  в составе АПРО, когда  $i$ -тые АПРО<sub>i</sub> одного имени взаимодействуют с

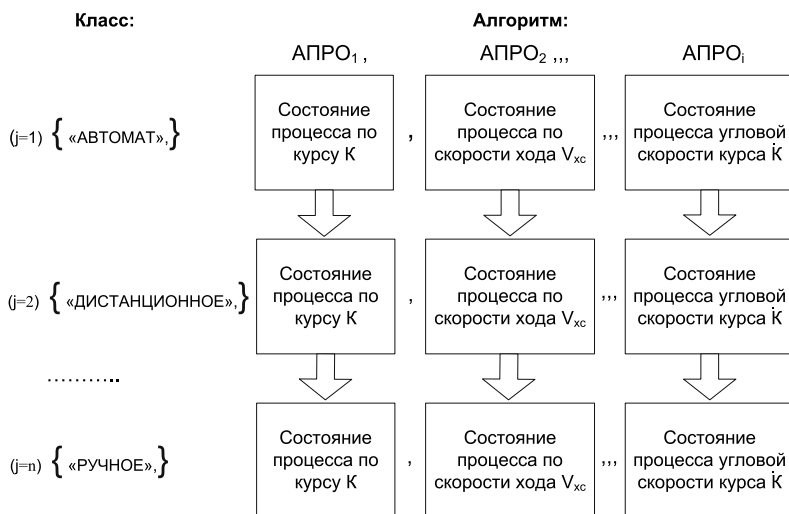


Рис. 3. Схема взаимодействия АПРО<sub>i</sub>

$i$ -тыми АПРО <sub>$i$</sub>  другого имени. Причем, уровень низшего имени структуры алгоритмов в отношении его высшего уровня является на заданный отрезок времени обработки данных информативным по возможному изменению параметров процесса в случае переключения оператором текущих классов управления.

В этом случае каждый АПРО <sub>$i$</sub>  осуществляет функциональное диагностирование состояний процесса управления в течение наперед заданного периода времени работы АСУД.

Схему взаимодействия АПРО <sub>$i$</sub>  по классам представлена на рис. 3.

По окончании указанного периода времени АПРО продолжает функциональное диагностирование циклически по заданному объему параметров регулирования и с учетом изменений произошедших состояний процесса управления в предыдущий период времени диагностирования. Это обеспечит непрерывность контроля изменений состояния регулируемых параметров, в том числе и в процессах перехода от одной нормальной и предаварийной ситуации к другой.

Согласно схеме рис. 3, автоматизация функционирования СУБД и СУБЗ основывается на построении таблиц записи состояний параметров регулирования, начиная с режимов (классов) управления. Возможный формат промежуточных таблиц идентификации классов процессов управления представлен в табл. 2.

Формат промежуточных таблиц

№ записи	Регулируемый параметр $\lambda_i$	Класс			
		«Автомат»	«Дистанционное»	...	«Ручное»
1.	Курс - К	1	2	...	$j$
2.	Скорость $V_{\lambda c}$	1	2	...	$j$
...	...	....	....	....	....
$i$	Угловая скорость К	1	2	...	$j$

Здесь  $i = 1, 2, \dots$  – множество чисел, отражающее запись (идентификацию) совокупности регулируемых параметров процесса управления;  $j = 1, 2, \dots$  – множество чисел, отражающее идентификацию классов процесса управления с именами «Автомат», «Дистанционное», «Ручное».

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ

При функционировании АСУД параметры регулирования оцениваются в АПРО именем «Канал регулирования» с подклассами параметров: «Навигационные», «Средств движения» и «Гидрометеоусловий» с множествами идентификаторов:

– для подклассов параметров:

- 1) «Навигационные»  $\{v_{\lambda n}\}$ ;
- 2) «Средств движения»  $\{\tau_{\lambda тсд}\}$ ;
- 3) «Гидрометеоусловий»  $\{\chi_{\lambda гму}\}$ .

Множества идентификаторов подклассов содержат соответствующие векторы состава параметров регулирования (см. рис. 2):

1)  $\{v_{\lambda}\} = [\lambda\phi, \lambda\omega, \lambda_{\text{СК}} \lambda_{\text{УП}}, \dots]$ , где, например,  $\lambda\phi$  – текущее значение курса,  $\lambda_{\omega}$  – угловой скорости изменения курс-

са,  $\lambda_{\text{СК}}$  – скорости хода,  $\lambda_{\text{УП}}$  – угла путевого и т.д.;

2)  $\{\tau_{\lambda}\} = [\lambda_{\text{ПУ}}, \lambda_{\text{ВРК}}, \lambda_{\text{ГД}}, \dots]$ , где, например,  $\lambda_{\text{ПУ}}$  – текущее значение упора подруливающего устройства (ПУ),  $\lambda_{\text{ВРК}}$  – упора выдвижной рулевой колонки,  $\lambda_{\text{ГД}}$  – упора (тяги) главного двигателя (ГД) и т.д.;

3)  $\{\chi_{\lambda}\} = [\lambda_{\text{В}}, \lambda_{\text{ВУ}}, \lambda_{\text{ВЛН}}, \lambda_{\text{ТЕЧ}}, \dots]$ , где, например,  $\lambda_{\text{В}}$  – текущее значение скорости ветра,  $\lambda_{\text{ВУ}}$  – направления действия ветра,  $\lambda_{\text{ВЛН}}$  – высоты волны,  $\lambda_{\text{ТЕЧ}}$  – скорости течения и т.п.

Из каждого множества  $\{v_{\lambda}\}$ ,  $\{\tau_{\lambda}\}$ ,  $\{\chi_{\lambda}\}$  образуется состав идентификаторов, определяющий состояние канала регулирования, например,  $\Lambda\phi$  – канала курса,  $\Lambda\tau$  – технических средств движения,  $\Lambda\chi$  – значений возмущающих воздействий.

Таким образом, идентификация процессов управления по именам отражает иерархическое взаимодействие СУБЗ и СУБД в структуре СИПС. Так, например, слой процесса управления в канале курса для имени «Стабилизация» будет описываться анализируемой в АПРО совокупностью последовательных идентификаторов:

$$q_c \rightarrow \{W\}_{\text{СК}} \rightarrow \{Q\}_c \rightarrow \phi \rightarrow \{v_{\lambda n}\} \rightarrow \{v_{\lambda}\} \rightarrow \{\Lambda_{\phi}\}.$$

Приоритетность оценивания обеспечивается формированием в АПРО двух видов информационных данных, во-первых, на основе контроля хода процесса управления по принципу «от сложного к простому», т.е. *сверху дерева вниз*

Таблица 2

текущего процесса управления от штатного требует набора соответствующих эталонных симптомов.

Генерация (размещение) в БЗ эталонных симптомов осуществляется по результатам имитационного моделирования [3] режимов работы АСУД с использованием математических моделей динамики движения судна, внешних возмущений (ветер, волнение, течение) и моделей технических средств движения (ТСД).

В качестве признаков в СИПС рассматриваются аналитические («больше», «равно», «меньше»), логико-лингвистические и процедурные («если это, ... то следует...») модели, описывающие состояние процессов управления.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Предлагаемый подход к созданию бортовой системы информационной поддержки судоводителя катамарана смешанного плавания основан на реализации функции прогнозирования состояния судна и возможности оператору заблаговременно вмешаться в процесс управления.

Для реализации этой функции в СИПС формируются в ускоренном масштабе времени данные о безопасных зонах, траекториях и параметрах движения, рекомендации по принятию оптимальных решений.

2. Оптимизация решений в опасных ситуациях движения обеспечивается формированием эталонного процесса управления опытными экспертами-судоводителями, с которым непрерывно сравнивается реальный процесс управления. Таким образом, совет оператору даётся заблаговременно на уровне высококвалифицированного судоводителя.

3. Систему информационной поддержки судоводителя предлагается использовать в двух режимах:

- советчика при непосредственном управлении судном;
- бортового тренера.

4. Данная работа выполнялась в рамках Федеральной целевой программы «Развитие гражданской морской техники на 2009 – 2016 годы».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кобзев В.В., Лебедев В.А. Системы интеллектуальной поддержки операторов судовых систем управления // Судостроение. – 1993. – №8–9.
2. Болховитинов В.К., Шилов К.Ю. Автоматизированные информационно-управляющие системы. Алгоритмизация управляемого движения судов технического флота: Уч. пособие. – СПб.: Изд-во СПбПУ, 2011.
3. Рыбина Г.В. Использование методов имитационного моделирования при создании интегрированных экспертных систем реального времени // Изв. РАН: Теория и системы управления. – 2000. – №5.
4. «ФЦП Развитие гражданской морской техники на 2009 – 2016 годы». ■

**И**стория создания авторулевых. Первые попытки создания автоматических систем управления рулевым устройством судна относятся к XIX столетию. В послевоенный период в 50-х гг. XX в. начался серийный выпуск авторулевых за рубежом фирмами «Sperry» (США) и «Anschutz» (Германия). Также в 50-х гг. были разработаны авторулевые в СССР — «Самшит» для катеров и «Альбатрос» для кораблей [1]. Эти электромеханические авторулевые обладали прекрасными тактико-техническими и эксплуатационными характеристиками. «Самшиты» устанавливались на катерах вплоть до середины 90-х гг.

Для гражданских судов были также разработаны авторулевые типа АБР, АР и АТР. Они обеспечивали автоматическую стабилизацию заданного курса судна, сопрягались с отечественными электрическими и электрогидравлическими рулевыми машинами и имели высокие тактико-технические характеристики [2]. К последним серийным авторулевым, разработанным в СССР, относятся «Аист» [2, 3] для морских судов и «Печора» для речных судов [2, 4]. «Аист», например, уже обеспечивал функцию управления движением судна по траектории.

Основным недостатком электромеханических авторулевых является выработка частых малоэффективных переключков руля на волнении, которые приводили к преждевременному износу рулевых машин и увеличению сопротивления движению судна.

В 90-х гг. в НПО «Аврора» был разработан современный адаптивный авторулевой «Коракс» [3] для морских судов и кораблей, ряд авторулевых «Агат-М» [5] для скоростных судов. Однако эти авторулевые по своей сути являются сложными системами управления движением судна, совмещающими функции авторулевого, штурвально-рулевой системы (ШРС) и в некоторых случаях даже функции электронной картографической навигационной интегрированной системы (ЭКНИС). Они не ориентированы на встраивание в типовые пульты управления в рулевой рубке, на установку на суда разных классов и использование разнообразных типов рулевых машин, чем, в первую очередь, отличаются современные зарубежные авторулевые типа «Sperry» [6], «Anschutz» [7], «Fugino» [8] и др.

На многих современных судах устанавливаются не рули, а движительно-рулевые колонки (ДРК), особенности которых не учитываются многими как отечественными, так и зарубежными авторулевыми.

Вследствие этого остается необходимость создания отечественного авторулевого, отвечающего современным требованиям, предъявляемым к авторулевым международными сертификационными обществами, который мог бы легко встраиваться в интегрированные мостиковые

## АВТОРУЛЕВОЙ В ИНТЕГРИРОВАННЫХ МОСТИКОВЫХ СИСТЕМАХ

**В.М. Амбросовский**, канд. техн. наук, доцент, зам. гл. конструктора,  
**Ю.В. Баглюк**, канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник, технический директор,  
**А.С. Корнев**, ведущий специалист, ЗАО «Транзас»,  
контакт. тел. (812) 325 3131

системы (ИМС) и обеспечивать конкуренцию импортным авторулевым на отечественном рынке и за рубежом. Такой авторулевой должен к тому же соответствовать общепринятым требованиям к составу авторулевых, их габаритным характеристикам, функциям управления и т.п.

Рассмотрим структуру управления судном по курсу и по траектории и выделим место авторулевого в этой структуре.

**Управление движением судна по курсу и траектории.** Типовая иерархическая структура современной системы управления курсом судна и управления судном по заданной траектории представлена на рис. 1.

управление рулем осуществляется с помощью штурвала или аналоговой рукоятки; АР — автоматический управление (режим «Автомат»). В этом режиме авторулевой управляет РМ и удерживает судно на заданном курсе или траектории. В зависимости от выбора типа подключения авторулевой осуществляет управление РМ либо через ШРС, либо напрямую, осуществляя непосредственное управление электромагнитными клапанами.

В режиме управления движением судна по курсу задатчиком курса является авторулевой, который получает данные от подключенных к нему навигационных датчиков и информацию о текущем поло-

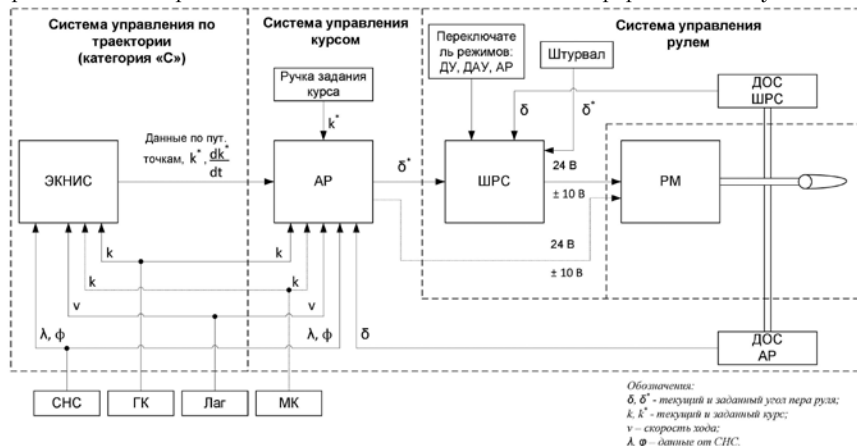


Рис. 1. Иерархическая структура систем управления курсом судна

Органом управления курсом судна обычно является руль, который соединяется с электрогидравлической рулевой машиной (РМ), обеспечивающей поворот руля в заданное положение.

Местный пост управления рулевой машиной обычно расположен в румпельном отделении, там же, где и рулевая машина. При переходе на дистанционное управление РМ управляется с помощью штурвала и рукояток штурвально-рулевой системы (ШРС) из рулевой рубки или крыльев мостика.

ШРС подключается к электромагнитным клапанам, управляющим переключкой руля РМ, которые могут быть дискретного или пропорционального действия. ШРС обеспечивает управление РМ и может работать в трех режимах управления: ДУ — дистанционное управление (простой или «кнопочный» режим управления); ДАУ — дистанционное автоматизированное управление (следающий режим). В следающем режиме

жени пера руля от датчика обратной связи (ДПС) авторулевого. После обработки данных авторулевой посылает на ШРС заданное значение положения руля или вырабатывает сигнал управления на электромагнитные клапаны РМ в зависимости от выбора типа подключения.

В режиме управления движением судна по траектории авторулевой получает заданный курс, угловую скорость, данные по путевым точкам ЭКНИС (система управления по траектории категории С [IEC62065]) и положение пера руля от ДПС, посылает в ШРС заданное значение положения руля или вырабатывает сигнал управления на электромагнитные клапаны РМ в зависимости от выбора типа подключения.

Авторулевой должен иметь возможность управлять не только рулями, но и системами дистанционного автоматизированного управления ДРК, что улучшает его тактико-технические характеристики.

Для обеспечения высокого качества управления авторулевой должен адаптироваться, желательно без специальных маневров к скорости хода и загрузке судна, маневренным характеристикам судна и ветроволновым возмущениям.

Для определения состава, основных характеристик и особенностей типового авторулевого рассмотрим современные авторулевые, которые часто устанавливаются на отечественные суда и корабли.

**Сравнительный анализ современных авторулевых.** К авторулевым, часто устанавливаемым на отечественные суда, можно отнести следующие зарубежные и отечественные авторулевые: NAVPilot-500 [6] компании «Furuno», Nautopilot 2025 PLUS [7] компании Raytheon (Anschutz), Navis AP-4000 [9] компании «Navis Engineering Oy», авторулевой «Коракс» [3] производства ОАО «НПО «Аврора» и авторулевой «Агат-М» [5] компании ООО «НПП «Анфас», предназначенный для скоростных судов.

Основные эксплуатационные характеристики свойств указанных импортных авторулевых и отечественного авторулевого «Коракс» приведен в табл. 1.

Анализ эксплуатационных характеристик авторулевых показывает, что все они имеют практически одинаковый состав и отличаются своей надежностью, качеством управления, некоторыми возможностями и, соответственно, ценой.

Современный авторулевой, который можно встраивать в пульты управления в рулевой рубке и ИМС, состоит из панели

контроля и управления (ПКУ), прибора вычислительного (ПВ) и датчика обратной связи (СЯ), количества которых определяется количеством и особенностями РМ. Такой авторулевой должен обеспечивать управления двумя независимыми рулями или ДРК. Типовая структура такого авторулевого, подключаемого к РМ, приведена на рис. 2.

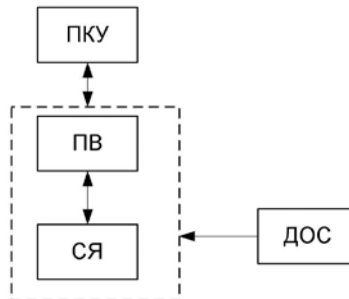


Рис. 2. Структура авторулевого

Панель контроля и управления (ПКУ) предоставляет оператору информацию о текущем и заданном курсе, сигналах АПС, текущих и заданных углах переключки рулей, угловой скорости поворота, текущей скорости судна, работе навигационных датчиков и т.д. На этой панели размещены органы, с помощью которых выполняется ручное управление судном по курсу, выбираются режимы управления курсом и траекторией судна, задаются параметры поворотов, производится настройка авторулевого.

Прибор вычислительный (ПВ) формирует сигналы управления по инфор-

мации, полученной от подключаемых к нему навигационных датчиков, таких как спутниковая навигационная система (СНС), гирокомпас (ГК) или магнитный компас (МК), лаг и датчик обратной связи по положению пера руля. СЯ обеспечивает подключение и согласование внешних электрических цепей.

ДОС механически связан с приводами и вырабатывает электрический сигнал, пропорциональный углу переключки руля.

Анализ свойств и характеристик авторулевых показал, что в части эксплуатационных характеристик современный авторулевой должен:

- иметь габаритные размеры панели контроля и управления, позволяющие конструктивно встраивать ее в пультовую секцию автоматизированного рабочего места (АРМ) управления движением (типовая пультовая секция имеет ширину 600 мм). При этом должно быть обеспечено удобство доступа к органам управления панели с учетом того, что в центре секции управления движением устанавливается репитер ГК, расположенный на одной оси со штурвалом;
- иметь цветной дисплей с удобным графическим интерфейсом с ночной и дневной палитрами;
- обеспечивать стабилизацию курса, путевого угла, управление по траектории от системы ЭКНИС (категория С);
- интегрироваться в мостиковую систему (для этого необходимо, чтобы авторулевой имел соответствующий канал обмена данными).

**Авторулевой в составе ИМС.** Современный авторулевой должен интегрироваться в ИМС конструктивно, информационно и функционально. Интегрирование авторулевого в информационную сеть ИМС позволит реализовать виртуальные панели авторулевого (ПКУ АР) на операторских станциях, где устанавливается специализированное программное обеспечение (многофункциональный дисплей). Последнее делает технически возможным доступ к управлению траекторией и курсом судна с любого АРМ, входящего в состав ИМС. Структурная схема авторулевого в составе ИМС приведена на рис. 3.

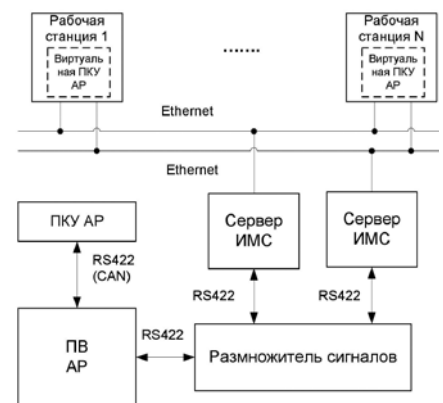


Рис. 3. Авторулевой в составе ИМС

Сравнительный анализ авторулевых

Характеристика	Furuno NavPilot 500	Anschutz 2025+	AP4000	«Коракс»
Страна-производитель	Япония	Германия	Финляндия	Россия
Тип АР	Адаптивный	Адаптивный	Адаптивный	Адаптивный
Типы судов	До 24 м	От 50 м и выше	Все суда	Нет данных
Габариты панели управления, мм	220*110*29	192*192*152	288*144*52	Всё встроено в стойку управления
Режим работы	Стабилизация	Стабилизация курса и путевого угла, управление по траектории	Стабилизация курса и путевого угла, управление по траектории	Стабилизация курса, управление по траектории
Категория управления по траектории	-	С	С	В или С
Количество подключаемых рулевых машин	1	2	2	Нет данных
Степень защиты панели управления	IPx6	IP23	IP67/22 (тыльная сторона)	Нет данных
Параметры каналов управления РМ	Эл. маг. клапаны +24 В (ток не более 2 А); Напряжение ± 10 В;	Эл. маг. клапаны +24 В (ток не более 2 А); напряжение ± 10 В;	Эл. маг. клапаны +24 В (ток не более 2 А); напряжение ± 10 В;	Нет данных
Возможность встраивания в секции пульта управления	Устанавливается на кронштейне	Встраивается	Встраивается	Отдельная стойка
Тип дисплея	Монохромный LCD (4,6")	LED	Цветной LCD (6,5")	Монохромный или цветной люминисцентный или ЖК дисплей
Особенности эргономики	Многофункциональные кнопки и ручка управления	Многофункциональные кнопки и ручка управления. Индикатор курса позволяет читать цифры с расстояния до 5 метров.	Многофункциональные кнопки и ручка управления. Доступны несколько дневных и ночных палитр.	Имеется три варианта фона изображения на мониторе. Раздельная регулировка яркости дисплея, индикаторов и пр.
Возможность управления ВРК	Отсутствует	Отсутствует	Есть	Нет данных



Впервые виртуальные ПКУ АР были реализованы компанией ЗАО «Транзас» в НТК «Мателот-6457 С» в 2009 г.

Как указывалось выше, одной из важных функций современного авторулевого является управление движением судна по заданному маршруту. Видеокادر системы ЭКНИС в режиме «Управления движением судна по траектории» приведен на рис. 4.

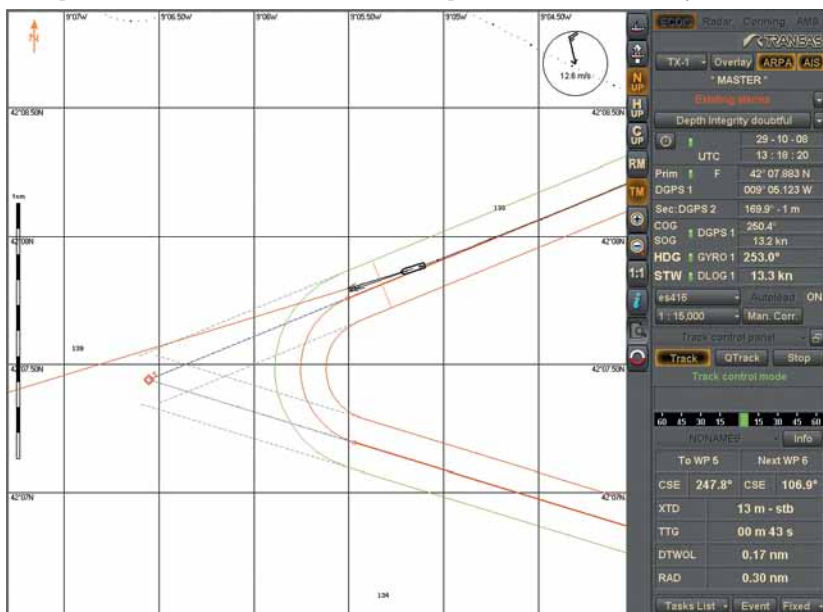


Рис. 4. Видеокادر ЭКНИС компании «Транзас»

Прибор вычислительный авторулевого должен реализовывать алгоритмы управления, получать данные от навигационных датчиков, обеспечивать обмен дан-

ными с исполнительными механизмами и ИМС. Структура ПВ, обеспечивающего все эти функции, приведена на рис. 5.

В настоящее время ЗАО «Транзас» ведет разработку авторулевого, который отвечал бы всем вышеуказанным требованиям, предъявляемым к авторулевым в составе ИМС. Разрабатываемый авторулеваемый совместно с ЭКНИС компании «Транзас Технологии» будет обеспечи-

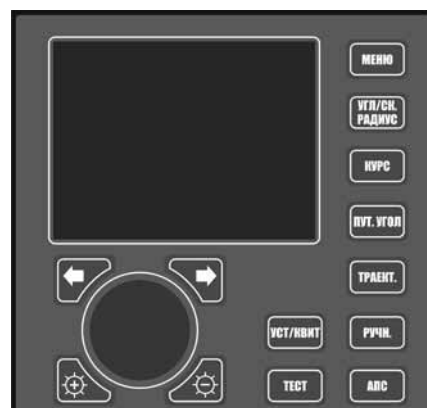


Рис. 5. Структура ПВ авторулевого

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дорри М.Х. Автоматизация управления морскими подвижными объектами // Проблемы управления. – 2009. – Вып. 3.1. – С. 95–102. <http://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-upravleniya-morskimi-podvizhnymi-obektami>
2. Березин С.А., Тетюев Б.А. Системы автоматического управления движением судна по курсу. – Л.: Судостроение, 1990. – 256 с.
3. Лукомский Ю.А., Корчанов В.М. Управление морскими подвижными объектами: Учебник. – СПб: Элмор, 1996. – 320 с.
4. Шлейер Г.Э., Борисов В.Г. Автоматическое управление движением морских и речных судов. – М: ИПУ РАН, 1981.
5. Авторулевой АР «Агат-М». <http://npp-anfas.ru/produkcija/avtorulevoj-ar-agat-m.html>.
6. Информационный проспект фирмы «Sperry» (США). <http://www.sperrymarine.com/products/autopilot-steering-control-systems/navipilot-4000/overview>.
7. Информационный проспект фирмы «Anschutz» (ФРГ). <http://www.raytheon-anschutz.com/product-range/products-by-category/autopilots/>.
8. Информационный проспект фирмы «Furuno» (Япония). [http://www.furuno.com/en/business\\_product/pdf/marine/navipilot\\_611.pdf](http://www.furuno.com/en/business_product/pdf/marine/navipilot_611.pdf).
9. Информационный проспект фирмы «Navis» (Финляндия). <http://www.navisincontrol.com/products/autopilots/ap4000/>.

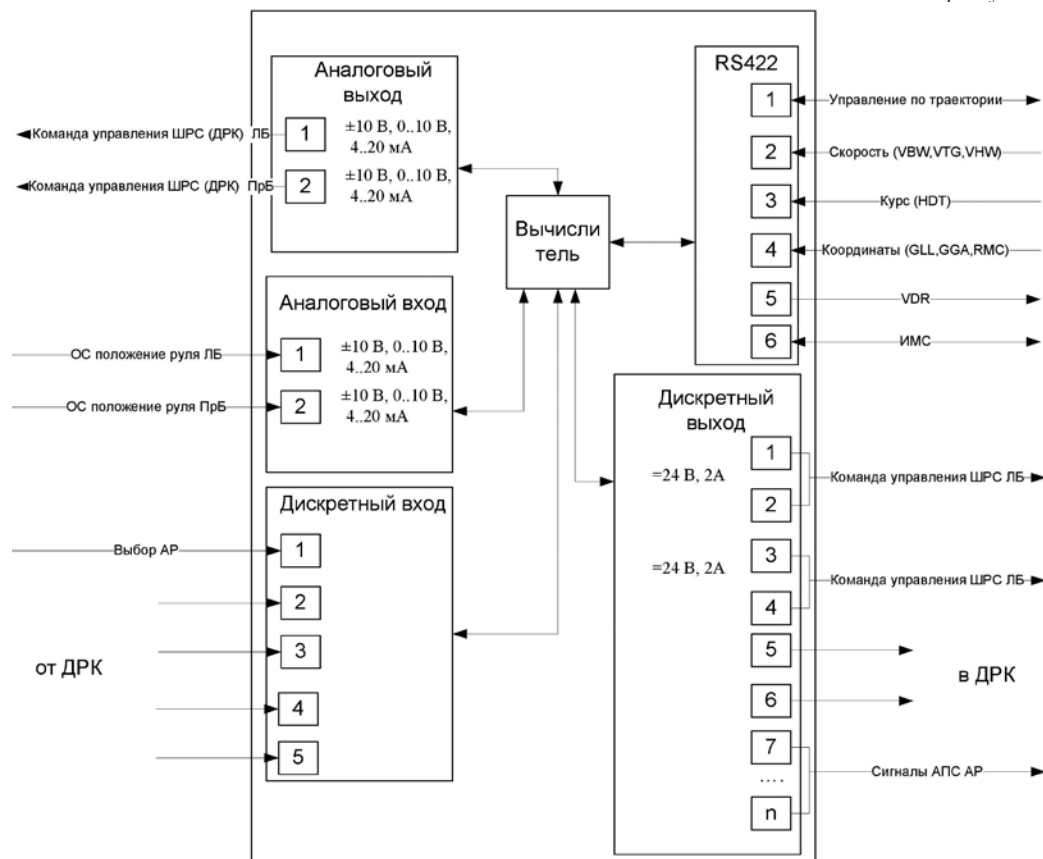


Рис. 6. ПКУ авторулевого компании «Транзас»

## К 80-ЛЕТИЮ ПРОФЕССОРА Ю. Ф. ТАРАСЮКА

**А**ктор технических наук (1990), профессор (2004), капитан 1 ранга в отставке, член научного совета «Гидрофизика» Санкт-Петербургского научного центра РАН, действительный член Санкт-Петербургской академии истории науки и техники (с 1997), заведующий секцией истории военной науки, техники и образования Санкт-Петербургского филиала Института истории естествознания и техники РАН, член диссертационных советов при ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия» и при Санкт-Петербургском государственном морском техническом университете, член редколлегии журнала «Морской вестник».

Родился 13 июля 1933 г. в г. Евпатория Крымской АССР в семье служащего. В 1940—1948 гг. учился в средней школе Евпатории, в 1948—1951 гг. — в мужской средней школе № 10 Евпатории и одновременно в Морской школе ДОСААФ СССР.

В 1951 г. поступил в Одесское высшее мореходное училище, откуда был призван на военную службу и направлен на обучение в Североморское высшее военно-морское училище, г. Архангельск (Соломбала). В 1955 г. окончил с отличием это училище и, получив звание мичмана, был направлен на тральщик Северного флота, где исполнял должность командира штурманской боевой части.

В 1956 г. ему присваивают воинское звание «лейтенант» и направляют служить на эсминец «Отзывчивый» командиром электронавигационной группы.

В 1959 г. с должности командира штурманской боевой части эскадренного миноносца направлен на учебу в Высшие специальные офицерские классы (ВСОК) ВМФ, которые с отличием окончил в 1960 г. по специальности «флагманский штурман надводных кораблей».

1960—1962 гг. — служба на подводной лодке «К-11» пр. 627 А (типа «Ленинский комсомол»), командир штурманской боевой части.

В 1962 г. Юрия Федотовича назначают флагманским штурманом отдельного дивизиона вспомогательных судов военно-морской базы на о-ве Куба.

В 1963—1965 гг. он участвует в Экспедициях особого назначения в должности флагманского штурмана отдельной бригады подводных лодок.

В 1965 г. Ю. Ф. Тарасюк поступает в Военно-морскую академию и участвует в 1968 г. в работах научно-исследовательского судна ВМФ «Байкал».

После окончания в 1968 г. Военно-морской академии по специальности «военный инженер по радиоэлектронике» его назначают в 14 НИИ ВМФ, где он прошел путь от старшего научного сотрудника научно-исследовательского отдела до начальника отдела военно-технической информации и от капитана 3 ранга до капитана 1 ранга.



С 1989 г. по выходу в запас и по настоящее время работает в Научно-исследовательском центре радиоэлектронного вооружения и формирования информационных ресурсов ВМФ НИИ оперативно-стратегических исследований строительства ВМФ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия».

10 августа 2013 г. исполнилось 45 лет его научной деятельности.

Период работы в 14 Институте ВМФ с 1968 по 1973 г. был посвящен исследованию проблем обеспечения дальности действия гидроакустических средств и созданию измерителей скорости звука. Юрий Федотович участвует в экспедициях на НИС США «Атлантик-2» (1969) и НИС АН СССР «Петр Лебедев», где в его задачи входило изучение условий распространения звука в морской среде и передачи информации по гидроакустическому каналу. Результатом работ явился ряд публикаций, в том числе издание монографии в соавторстве с В. Н. Матвиенко и др. «Дальность действия гидроакустических средств». (Л., Судостроение, 1976). Благодаря инициативе Ю. Ф. Тарасюка в издательстве «Судостроение» было выпущено более 40 книг в предложенной им серии «Библиотека инженера-гидроакустика».

В ноябре 1975 г. Ю. Ф. Тарасюк возглавил Отдел военно-технической информации 14 Института ВМФ (руководил отделом по 1989 г.). Кроме организации библиотечного и типографского дела на высоком уровне, было налажено взаимодействие с информационными службами институтов родственного профиля, в частности, с ЦНИИ «Морфизприбор».

В этот период Ю. Ф. Тарасюк публикует ряд работ, выполняет большое число переводов, том числе книги Р. Дж. Урика «Основы гидроакустики»

(в серии «Библиотека гидроакустика»), ставшей настольной книгой для профессионалов и интересующихся гидроакустикой.

Одновременно Юрий Федотович приступил к разработке основ теории и обоснованию практических методов информационного обеспечения интенсивного развития корабельного радиотехнического и радиоэлектронного вооружения. По завершении этой работы опубликован ряд материалов, защищена докторская диссертация.

С переходом на гражданскую службу в 1989 г. в кругу научных интересов Юрия Федотовича оказались научно-технические проблемы, связанные с методологией эксплуатации радиотехнических и радиоэлектронных средств корабельного вооружения.

Новым направлением его работы стали исследования в области саморегуляции природных систем, вызвавшие интерес дискусионного характера.

С 2009 г. по настоящее время Юрий Федотович много времени посвящает проблеме мониторинга водной среды в интересах противодействия возникающим угрозам (естественного и искусственного характера) морской деятельности хозяйственного и оборонного значения. Особое внимание при этом уделяется информационному обеспечению исследований по опосредованному наблюдению и обнаружению поверхностных следов от движущихся подводных объектов.

Ю. Ф. Тарасюк опубликовал 25 книг, более 3300 рефератов иностранных статей по океанологии, около 1100 научных, научно-технических и популярных статей и аналитических обзоров, свыше 1020 переводов зарубежных материалов, имеет 18 авторских свидетельств на изобретения.

В 1978—2002 гг. он подготовил трех кандидатов технических наук, консультировал две докторские диссертации. Являлся официальным оппонентом 15 докторских и 42 кандидатских диссертаций. Участвовал в восьми морских и океанских экспедициях в Северный Ледовитый, Атлантический и Тихий океаны на научно-исследовательских судах ВМФ и Академии наук СССР и США.

За заслуги перед Родиной Юрий Федотович Тарасюк награжден орденом «За службу Родине в Вооруженных Силах СССР» III степени и многими медалями.

**Редколлегия и редакция журнала «Морской вестник» поздравляют Юрия Федотовича с юбилеем, желают ему здоровья и творческих успехов на благо отечественной науки.■**

В соответствии с «Основами государственной политики РФ в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу», утвержденными 18 сентября 2008 г. Президентом РФ [1], развитие морской деятельности на арктическом региональном направлении является приоритетом национальной морской политики.

В настоящее время в прибрежной и шельфовой зоне РФ формируется относительно новый, масштабный вид хозяйственной деятельности – морская добыча нефти и газа. По возможностям развития новых крупных нефтегазодобывающих районов в России первое место занимают арктические моря. Разработка нефтегазовых месторождений и соответствующей транспортной инфраструктуры в данном регионе (рис. 1) требует прежде всего вложения очень больших финансовых средств и преодоления сложных природных условий на основе имеющихся в России и за рубежом достижений науки, техники и технологии.



Рис. 1. Схема транспортировки углеводородного сырья в Арктике

Однако Арктика как важнейший стратегический регион является зоной интересов не только арктических государств – России, США, Канады, Дании, Норвегии, но и Европейского Союза и других стран с развитой экономикой, таких как Китай и Япония. Их привлекают в первую очередь перспективы освоения нефтегазового потенциала арктического континентального шельфа, а также возможность сокращения маршрутов трансконтинентальных перевозок. Через Арктику проходят кратчайшие морские пути между рынками Северо-Западной Европы и Тихоокеанского региона. Так, при использовании эталонного маршрута Роттердам—Йокогама расстояние по южному маршруту через

Суэцкий канал составляет 11 205 мор. миль, а при использовании Северного морского пути расстояние по этому маршруту сокращается на 3860 мор. миль, или на 34%. Кроме того, прогнозируемые последствия глобального потепления климата и активизация пиратских

нападений на суда, следующих южными маршрутами, повышают интерес судовладельцев к арктическим трассам.

При реализации стратегических планов развития морской деятельности, в том числе в Арктике, приходится учитывать существующие риски, связанные с вероятностью крупных аварий и катастроф на морских объектах и транспортных системах, а также возможность ущерба, возникающего при этом. Несмотря на использование все более совершенных технико-технологических решений, аварии продолжают возникать и приводят к гибели людей, экологическому и экономическому ущербу.

Исходя из этого, а также особого характера природной среды, необходимым

условием реализации задач долгосрочного социально-экономического развития в Арктике в области морской деятельности является обеспечение безопасности морского и водного транспорта, объектов обустройства морских нефтегазовых месторождений, других объектов ведения морской деятельности.

Обеспечение безопасности, которое в общем случае рассматривается как мера защищенности персонала опасного объекта, населения региона и окружающей среды от последствий аварий, становится одним из основных требований к функционированию морских объектов. В реализации этого требования важное значение имеет четкая организация планирования и проведения мероприятий аварийно-спасательного обеспечения (АСО) как одного из элементов системы безопасности морских объектов, так и одного из факторов, демпфирующих существующие угрозы.

Аварийно-спасательные работы на море в условиях высоких широт проводятся в рамках системы поиска и спасания на море в Арктической зоне РФ, являющейся составной частью Федеральной системы поиска и спасания на море РФ (рис. 2).

Под системой поиска и спасания на море в этой зоне РФ понимается совокупность сил, средств, органов управления и мероприятий, предназначенная для поиска и спасания людей, оказания помощи силам министерств и ведомств,

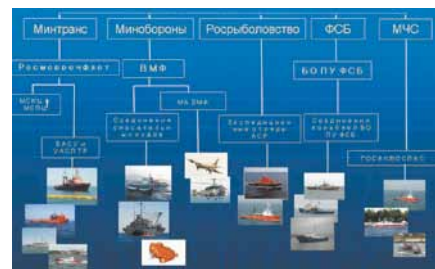


Рис. 2. Система поиска и спасания на море в РФ

получившим аварийные повреждения, а также выполнения водолазных, глубоководных, судоподъемных и других подводных работ в интересах РФ.

Основными задачами, которые решает система поиска и спасения при проведении аварийно-спасательных работ на море в Арктической зоне РФ, вытекающими из международных конвенций и кодексов в области обеспечения безопасности мореплавания, поиска и спасения на море, обеспечения экологической безопасности и ликвидации разливов нефти на море и закрепленными положениями федеральных нормативных правовых актов [2, 3], являются:

— поиск и спасение людей, терпящих бедствие на море, в закрепленных поисково-спасательных районах вне зависимости от их статуса, ведомственной и национальной принадлежности;

— готовность сил и средств к поиску и оказанию помощи аварийным судам и объектам на морских акваториях и в морских портах;

— готовность сил и средств к ликвидации разливов нефти на море с судов и объектов в зоне ответственности национальной системы Российской Федерации, независимо от их ведомственной и национальной принадлежности.

В соответствии с требованиями законодательства РФ данные государственные задачи распределены между соответствующими федеральными органами исполнительной власти. Поиск и спасение людей, терпящих бедствие на море и внутренних водах РФ, осуществляется на принципе взаимодействия существующих ведомственных аварийно-спасательных служб Министерства обороны, Министерства транспорта, Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Государственного комитета по рыболовству, Федеральной пограничной службы, Министерства природных ресурсов, РАН. Взаимодействие аварийно-спасательных служб РФ при организации поиска и спасения людей, терпящих бедствие на море и водных бассейнах страны, определяется «Положением о взаимодействии аварийно-спасательных служб министерств и ведомств и организаций на море и водных бассейнах России», утвержденным руководителями 11 министерств и ведомств и зарегистрированном Министерством юстиции РФ 28.07.1995 г. № 917.

Несмотря на проведение в период 1993–2012 гг. ряда мероприятий по совершенствованию Федеральной системы спасения на море, в настоящее время остается ряд проблем функционирования системы поиска и спасения людей на море, основанной на взаимодействии федеральных органов исполнительной

власти. Опыт проведения поисковых, аварийно-спасательных, подводно-технических, водолажных и глубоководных работ при авариях кораблей, морских и воздушных судов на море выявил:

— несовершенство структуры и организации, а также и недостаточную оперативность федеральной системы поиска и спасения на море в РФ;

— несоответствие действующей нормативно-правовой базы в сфере поиска и спасения на море современным требованиям;

— недостаточную обеспеченность ведомственных аварийно-спасательных служб современными средствами поиска и спасения на море;

— несовершенство существующих систем сбора и обработки информации об авариях и о принятии решений по их ликвидации, отсутствие единых баз данных о наличии и состоянии сил и средств РФ, способных выполнять различные работы на море;

— необходимость совершенствования подготовки экипажей кораблей и судов по использованию индивидуальных и коллективных средств спасения, отсутствие достаточного количества современных учебно-тренировочных средств и центров подготовки к использованию средств спасения в большинстве ведомств.

Важное значение для организации управления силами в ходе проведения аварийно-спасательных работ имеет применение современных информационных технологий, обеспечивающих прием и обработку данных об аварийном объекте от различных источников информации, планирование поисковых и аварийно-спасательных работ, принятие эффективных управленческих решений и осуществление оперативного контроля их выполнения. Органы управления аварийно-спасательных формирований, координационные и аварийно-спасательные центры (рис. 3), задействованные в организации и проведении

поисковых и аварийно-спасательных работ на море в Арктическом бассейне, существующие спасательные суда и ледоколы данными автоматизированными системами управления в должной мере не оборудованы.

Указанные обстоятельства, а также отсутствие федерального органа исполнительной власти, осуществляющего постоянное руководство деятельностью ведомственных аварийно-спасательных служб в повседневных условиях по вопросам федерального уровня (нормативное и правовое обеспечение, единая техническая политика и т. д.), ограниченные финансовые возможности ведомственных структур являются причинами замедленного развития системы аварийно-спасательного обеспечения (АСО) морских объектов.

Главный практический недостаток существующей системы поиска и спасения РФ на море заключается в отсутствии комплексного подхода к функционированию и развитию системы по причине ведомственной разобщенности и как следствие этого недостаточный уровень оперативного реагирования и наращивания сил и средств при ликвидации аварий.

К факторам, которые усложняют поиск и спасение в арктических морях, относятся: сложные природно-климатические условия, большие расстояния от объектов добычи до береговой черты, неразвитость региональной системы реагирования на чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера.

В целом острота и значимость рассматриваемой проблемы в значительной мере усугубляется значительным отставанием технико-технологического состояния системы поисково-спасательного обеспечения (ПСО) от требуемого уровня, высоким уровнем ущерба экономике и национальной безопасности России при возникновении аварий



Рис. 3. Схема планируемой дислокации спасательных центров МЧС России

и чрезвычайных ситуаций при ведении морской деятельности.

В этих условиях нужен принципиально новый подход, который позволил бы при минимизации затрат построить и оснастить систему поиска и спасения на море таким образом, чтобы она смогла с достаточным уровнем оперативной тактической и технико-экономической эффективности решать задачи спасения на море.

По оценке экспертов, одной из основных тенденций современного мира, отражающейся в политике различных морских стран, стал переход от секторального (отраслевого) или сугубо регионального к комплексному (интегрированному) развитию морской деятельности. Большинство государств все больше внимания уделяет изучению и моделированию так называемых предаварийных ситуаций, совершенствованию технологий комплексного расчета рисков, учету неопределенности исходных данных. Принципиальная особенность реализуемых в настоящее время за рубежом подходов к обеспечению безопасности заключается в создании систем, использующих технологии сквозной оценки и управления рисками, обеспечивающих их снижение до столь малого уровня, что это может быть обеспечено разумными практическими мерами. Именно в рамках комплексного подхода, опирающегося на стратегическое прогнозирование и долгосрочное планирование морской деятельности, активно развиваются функциональные направления морской политики, в рамках которой усилия государства сосредотачиваются на решении приоритетных, ключевых проблем.

В России в начале 2000-х гг. прорабатывался вопрос о создании комплексной системы безопасности освоения морских нефтегазовых месторождений, в настоящее время при проектировании объектов морской инфраструктуры составной частью проектов является комплексная система обеспечения безопасности мореплавания [4–6].

Таким образом, учитывая навигационно-гидрографические особенности, большую площадь территории, очаговый характер промышленно-хозяйственного освоения территорий, высокую ресурсоемкость хозяйственной деятельности, создание и функционирование системы поиска и спасения в арктических морях должно быть в максимальной степени основано на комплексном решении задач поисково-спасательного обеспечения морской деятельности в Арктическом регионе РФ.

Исходя из имеющегося состояния сил и средств ПСО, особенностей вы-

полнения указанных выше государственных задач по поиску и спасанию в Арктике, следует, что для их решения необходимо наличие комплексной поисково-спасательной системы, организационно и технически обеспечивающей все этапы поисково-спасательной операции.

Решение данного вопроса – это сложная организационная и научно-техническая проблема, которая требует программно-целевого подхода к ее решению.

С учетом изложенного, а также исходя из многовариантности возможных чрезвычайных ситуаций в Арктике, указанных выше факторов и особенностей проведения поисково-спасательных работ практическая реализация комплексной поисково-спасательной системы предполагает:

- обеспечение требуемого количественного состава и уровня технического развития сил и средств поисково-спасательного обеспечения в Арктическом регионе;

- создание новых ледоколов, специализированных судов, привлекаемых к поисково-спасательному обеспечению на море;

- создание новых авиационных сил, привлекаемых к поисково-спасательному обеспечению на море;

- создание новых технических средств поисково-спасательной техники для высоких широт;

- создание новых технических средств проведения работ по ликвидации аварийных разливов нефти (ЛАРН) в условиях низких температур, ледового покрытия, битого льда;

- создание новых технических средств по поиску и обследованию затонувших объектов;

- разработку способов (методов) проведения поисково-спасательных работ в высоких широтах;

- создание новых технических средств навигационно-гидрографического обеспечения в высоких широтах;

- создание новых технических средств оповещения и связи, в том числе с использованием космических сил и средств;

- создание новых технических средств медицинского обеспечения при проведении аварийно-спасательных работ на море;

- создание новых и совершенствование существующих береговых аварийно-спасательных и координационных центров (рис. 3, 4);

- совершенствование механизмов и повышение уровня взаимодействия сил, которые могут привлекаться к поисково-спасательному обеспечению на море в высоких широтах;



Рис. 4. Схема планируемой дислокации спасательных центров Минтранса России

- совершенствование системы мониторинга и управления проведением аварийно-спасательных работ на море;

- повышение уровня подготовки кадров специализированных судов и ледоколов, стационарных и плавучих объектов на море применительно к деятельности в высоких широтах;

- совершенствование судоремонтной (ремонтной) базы в Арктическом регионе;

- совершенствование системы базирования сил и средств поисково-спасательного обеспечения в Арктическом регионе;

- формирование необходимой нормативной правовой базы, регламентирующей вопросы АСО морской деятельности в Арктическом регионе;

- развитие дальнейшего сотрудничества в области поиска и спасания на море со странами Арктического региона.

Таким образом, стоящие государственные задачи поиска и спасания на море целесообразно решать на основе комплексной поисково-спасательной системы, разработка системных мероприятий по созданию элементов которой требует подготовки и принятия отдельной государственной программы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу. Утв. Президентом РФ 18.09.2008 г.
2. Стратегия развития морской деятельности России до 2013 г. // Распоряжение Правительства РФ от 06.12.2010 г. № 2205-р.
3. Федеральный закон от 9 февраля 2007 г. № 16-ФЗ «О транспортной безопасности».
4. Чуприян А. П., Веселов И. А. Мероприятия, проводимые МЧС России по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в Арктике // Арктика: экология и экономика. – 2013. – № 1 (9). – С. 70–77.
5. Алексеев С. П., Добротворский А. Н., Бродский П. Г. Создание комплексной системы безопасности объектов обустройства нефтегазовых месторождений континентального шельфа – актуальная задача ВМФ // Навигация и гидрография. – 2006. – № 22. – С. 9–18.
6. Илюхин В. Н. О системе поисково-спасательного обеспечения плавания по трассам Северного морского пути. – Морской бизнес Северо-Запада. – СПб., 2012. – № 4. – С. 19–33. ■

Основными требованиями к методу определения приоритета и отбора работ по созданию и совершенствованию средств ведения поисково-спасательных операций на этапе перспективного планирования являются простота и объективность получения предварительной оценки их значимости и собственных затрат исполнителя в составе цены планируемой работы. Такая оценка может быть получена на основании данных о ранее выполнявшихся работах. Все ранее выполненные и перспективные работы классифицируются по одному или нескольким признакам на однородные группы. Для получения оценки значимости и трудоемкости необходимо отождествить по признакам классификации планируемую работу с одной из ранее выполнявшихся работ из состава однородной группы и по средне-статистической оценке трудоемкости и значимости для группы рассчитать предварительную трудоёмкость и значимость новой работы.

При отсутствии разработанной базы данных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по рассматриваемому направлению для отбора и определения значимости перспективных работ целесообразно воспользоваться методом экспертных оценок в одном из классических вариантов.

#### МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО КЛАССИФИКАЦИИ И СТРУКТУРИРОВАНИЮ РАБОТ В ОБЛАСТИ СОЗДАНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СРЕДСТВ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ (ПСР)

Для научного обоснования отбора и ранжирования необходимо предварительно выявить классификационные признаки и структурировать работы в области разработки и совершенствования технических средств. Это позволит в последующем для поддержки перспективного планирования проводить отбор на основе сравнительно однородных групп работ.

Например, в методических рекомендациях ФГУП «Организация «Агат» для контрагентов Роскосмоса [1, с. 35] предложено при формировании однородных групп НИР в качестве классификационных признаков использовать:

- тематическую направленность НИР (разработка прогнозов развития техники, приборов автоматического контроля, наземного оборудования и т. д.);
- характерные особенности проведения НИР — фундаментальные, поисковые, прикладные;
- целевое назначение НИР (проведение комплексных исследований в обеспечение создания конкретных сис-

# ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОТБОРА И СТРУКТУРИЗАЦИИ РАБОТ В ОБЛАСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПОИСКА И СПАСАНИЯ ВО ЛЬДАХ

*А. Б. Сувалов, канд. техн. наук, зам. начальника,  
Е. В. Тарануха, начальник отдела, НИИ спасания и подводных технологий,  
контакт. тел. +7 921 344 73 92*

тем, разработки лабораторных образцов приборов, алгоритмов и программ и т. д.).

Если в результате первичной классификации не удастся сформировать однородные группы, предлагается вводить дополнительные классификационные признаки или редуцировать статистические данные в группах до соблюдения условия однородности.

В настоящей Методике структуризации и отбора НИОКР в области технических средств для поиска и спасания на море предлагается классифицировать работы с учетом четырех порядковых шкал — «Категория НИОКР», «Уровень готовности технологии», «Масштаб и сложность объекта исследования и разработки» и «Тематическую направленность». Порядковая шкала «Уровень готовности технологии» (девять уровней) используется в NASA [2], DoD [3], ESA [4], МАИ [5] и др. для оценки готовности к внедрению научно-технической продукции. Порядковая шкала «Масштаб объекта исследования и разработки» широко применяется при сборе и анализе данных по инновациям [6].

Опорный вариант классификации НИОКР строится на основе трех классификационных признаков, позволяющих свести работы в однородные группы для последующего анализа, экспертной оценки и отбора:

- а) «уровень готовности технологии к производству средства»;
- б) «масштаб и сложность объекта разработки»;
- в) «тематическая направленность объекта разработки».

#### КЛАССИФИКАЦИОННЫЙ ПРИЗНАК «УРОВЕНЬ ГОТОВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ К ПРОИЗВОДСТВУ СРЕДСТВА»

Коды данного признака, приведенные в табл. 1, определяют уровень готовности технологии для создания технического средства выполнения ПСР, который будет достигнут в результате выполнения НИОКР.

Таблица 1  
Классификация уровней готовности технологий

Код	Уровень готовности технологии	Основные результаты
1	ГТ 1	Выявлены и документированы основные принципы
2	ГТ 2	Сформулирована технологическая концепция и/или определена область применения технологии
3	ГТ 3	Аналитические и/или экспериментальные подтверждения основных функциональных возможностей и/или характеристик технологии
4	ГТ 4	Компоненты макетов с результатами испытаний в лабораторных условиях
5	ГТ 5	Компоненты и/или макеты интегрированы и проверены на совместимость с требованиями потенциальных приложений системы
6	ГТ 6	Прототип технической системы/подсистемы продемонстрирован в реальных условиях или в условиях, близких к реальным
7	ГТ 7	Опытный образец испытан в условиях, близких к реальным
8	ГТ 8	Опытный образец испытан в реальных условиях
9	ГТ 9	Технология внедрена в серийное производство

Как видно из табл. 1, начальный (минимальный) уровень готовности технологии — это ГТ-1, который достигается в результате выполнения фундаментальной НИР путем выявления и документирования основных принципов новой технологии, в перспективе возможность создания и производства принципиально нового средства.

ГТ-9 — это конечный (максимальный) уровень готовности технологии, обеспечивающий постановку на производство и серийную поставку изделия (средства).

#### КЛАССИФИКАЦИОННЫЙ ПРИЗНАК «МАСШТАБ И СЛОЖНОСТЬ ОБЪЕКТА РАЗРАБОТКИ»

Коды данного классификационного признака приведены в табл. 2, где в ка-

Таблица 2  
Классификация НИОКР по признаку  
«Масштаб и сложность объекта  
разработки»

Код	Масштаб и сложность объекта разработки НИОКР
01	Техническая система, технический комплекс
02	Техническая подсистема
03	Средство, прибор
04	Узел, приспособление
05	Другое

честве объекта разработки выступает средство поиска и спасания, которое по своему масштабу и сложности может представлять собой и техническую систему, и комплекс, и техническое средство, прибор и т. п.

В табл. 2 под «другим» предусматривается возможность появления нового типа объектов разработки, который по своим масштабам и сложности не будет укладываться в существующие рамки.

### КЛАССИФИКАЦИОННЫЙ ПРИЗНАК «ТЕМАТИЧЕСКАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ ОБЪЕКТА РАЗРАБОТКИ»

Коды данного признака, приведенные в табл. 3, определяют группу технических средств (ТС) к которой относится создаваемое в рамках НИОКР ТС, в соответствии со структурой системы поиска и спасания (СПС) в условиях высоких широт.

Таблица 3  
Классификация НИОКР по признаку тематической направленности создаваемых ТС СПС

Код	Тематическая направленность объекта разработки НИОКР
21	Средства оповещения, связи и управления
22	Средства поиска
23	Средства спасания
24	Средства оказания медицинской помощи пострадавшим
25	Средства оказания помощи аварийному объекту
26	Средства мониторинга внешней обстановки
27	Средства обучения, тренировки и прочее

До начала и отбора перспективных НИОКР по соответствующим критериям, они должны быть сгруппированы аналитиками на основании тематических карточек и справок-обоснований работ в однородные группы, согласно приведенному выше в табл. 2—4 опорному классификатору НИОКР.

### КРИТЕРИИ РАНЖИРОВАНИЯ И ОТБОРА РАБОТ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ВЫПОЛНЕНИЯ СПАСАТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ ШИРОТ

Предлагаются 13 основных критериев, которые скомпонованы в близкие

по своему смыслу, по своей физической природе и по сути пять однородных групп для анализа и экспертных оценок методом парного сравнения НИОКР по созданию *технических средств выполнения спасательных операций в условиях высоких широт*. Как показано, классификация НИОКР по признаку тематической направленности позволяет предварительно сгруппировать технические средства в однородные группы для анализа и проведения экспертных оценок для ранжирования.

*Первая группа критериев для анализа и проведения экспертных оценок при отборе работ в однородных группах технических средств:*

*Критерий 1* — величина ликвидации разрыва ( $K_{лр}$ ) между возможностями средств по решению той или иной задачи СПС и предъявляемыми к ней требованиями по технической эффективности. Принимается, что эффективность нового средства, созданного с использованием результатов НИОКР, ( $\mathcal{E}_{нов}$ ) стремится к требуемой эффективности ( $\mathcal{E}_{треб}$ ), т. е.:

$$\mathcal{E}_{нов} \rightarrow \mathcal{E}_{треб}.$$

Величина (степень) ликвидации разрыва ( $K_{лр}$ ) характеризуется отношением:

$$K_{лр} = \mathcal{E}_{нов} \cdot (\mathcal{E}_{треб})^{-1}. \quad (1)$$

где  $\mathcal{E}_{стар}$  — эффективность средства-аналога, на смену которого создается новое средство.

По критерию 1 более приоритетными средствами в ряду являются те, которые имеют большее значение, т. е.

$$K_{лр}^{opt} \rightarrow \max \{K_{лр}\}.$$

Для экспертной оценки целесообразности создания средств путём проведения соответствующих НИОКР по критерию 1 предлагается использовать указанные ниже в табл. 4 градации лингвистических переменных и количественных им соответствий:

— наиболее предпочтительное средство (НИОКР) — ожидается скачок эффективности и ликвидация разрыва (до 100 %) по данной группе средств (задаче СПС);

— предпочтительное средство (НИОКР) — ожидается существенное сокращение разрыва (до 50 %) по данной группе средств (задаче СПС);

Таблица 4  
Данные по критерию 1 — «величина ликвидации разрыва»

Градация лингвистической переменной предпочтительности по величине ликвидации разрыва	Наиболее предпочтительное средство (НИОКР)	Предпочтительное средство (НИОКР)	Менее предпочтительное, заслуживает внимания средство (НИОКР)
Количественное значение $K_{лр}$	5,0 – 8,0	3,0 – 4,0	1,0 – 2,0

— менее предпочтительное средство (НИОКР), заслуживает внимания — ожидается прирост эффективности, умеренное сокращение разрыва (до 20 %) по данной группе средств (задаче СПС).

Между лингвистическими переменными нет областей логического тождества, поэтому получаем естественные разрывы (интервалы) между диапазонами количественных им соответствий.

*Критерий 2* — модифицированный критерий «эффективность-стоимость», а именно: отношение  $K_{лр}$  к коэффициенту удорожания в виде

$$K_{уд} = G_{нов} \cdot (G_{стар})^{-1},$$

где  $G_{нов}$ ,  $G_{стар}$  — стоимость создания в одном масштабе цен, соответственно, нового и старого средства.

Указанный критерий характеризуется относительной оценкой технико-экономической эффективности —  $K_{тэ}$ , которая может быть представлена выражением:

$$K_{тэ} = \mathcal{E}_{нов} \cdot G_{стар} \cdot (\mathcal{E}_{стар} \cdot G_{нов})^{-1} \quad (2)$$

При сравнении двух средств более предпочтительны по совокупности критериев 1 и 2 будет иметь средство, имеющее большее значение  $K_{тэ}$ .

Для экспертной оценки цели целесообразности создания средств путём проведения соответствующих НИОКР по критерию 2 предлагается использовать указанные ниже в табл. 5 градации лингвистических переменных и количественных им соответствий.

Таблица 5  
Данные по критерию 2 — «относительной технико-экономической эффективности»

Градация лингвистической переменной технико-экономической эффективности	Высокая эффективность	Выше средней эффективности	Средняя эффективность	Приемлемая эффективность
Количественные соответствия им $K_{тэ}$	3,0 – 5,0	2,0 – 2,5	1,6 – 1,8	1,3 – 1,5

*Критерий 3* — степень риска в получении ожидаемых ГТХ технического средства, которые берутся за основу при определении показателей (1) и (2). Степень риска определяется из анализа уровня проработки вопросов, связанных с созданием средства, а именно: наличие научно-технического задела, а также степени доверия организации-разработчику, наличие технологической базы и др.

Этот критерий имеет ту же степень важности, что два первых. При наличии большего риска практически будут ничтожны надежды (усилия) в получении ожидаемых результатов.

Для экспертной оценки целесообразности создания средств по критерию

З предлагается использовать указанные ниже в табл. 6 градации лингвистических переменных и количественных им соответствий.

Таблица 6

Данные градаций лингвистических переменных и количественных им соответствий по критерию 3 – «степень риска»

Градация лингвистической переменной «степень риска»	Риск значительен	Риск есть	Риск незначителен	Практически нет риска
Количественные соответствия им $K_p$	0,4	0,6	0,8	1,0

Рассматривая вопрос учета важности всех указанных выше критериев (1, 2, 3), присвоим для коэффициента важности  $K_{вк}$  наивысшее значение, равное 3,0 (как наиболее важным, по мнению составителей методики, критериям), т. е.  $K_{вк 1,2,3} = 3,0$ .

После построения ряда по совокупности первых трех критериев на основе логического анализа экспертом должна производиться количественная оценка целесообразности разработки средства с использованием выражения (3) по первой группе критериев

$$P_1 = K_{лр} \cdot K_{вз} \cdot K_p \cdot K_{вк 1,2,3} \quad (3)$$

Последующим, сравнительно менее важным группам критериев составителями методики предлагается устанавливать меньшее значение для коэффициента важности.

Вторая группа критериев для анализа и проведения экспертных оценок при отборе работ. Данные по группе взаимосвязанных критериев представлены в табл. № 4–6.

Критерий 4 – «важность темы НИОКР».

Под этим критерием понимается роль (вклад) создаваемого в НИОКР средства в решении той или иной задачи (обеспечения того или иного этапа) спасательной операции. Например, средство является главным (ключевым) звеном из совокупности всех используемых средств на данном этапе ПСР – исключительно важным (или очень важным на двух и более этапах ПСР), либо очень важным на одном этапе ПСР (или важным на двух и более этапах ПСР), либо важным – одним из основных на одном этапе ПСР (достаточно важным на двух и более этапах ПСР), либо достаточно важным на одном этапе ПСР (или вспомогательным на двух и более этапах ПСР), либо вспомогательным на одном этапе ПСР.

В качестве градаций лингвистической переменной и количественного им соответствия для анализа по критерию 4 предлагается при проведении экспертных оценок принять данные табл. 7.

Таблица 7

Градация лингвистической переменной и количественного им соответствия по критерию «важность темы НИОКР»

Градация важности средства (темы НИОКР)	Исключительно важное	Очень важное	Важное – одно из основных	Достаточно важное	Вспомогательное
Количественное соответствие $K_{вс}$	9,0 – 10,0	7,0 – 8,0	5,0 – 6,0	3,0 – 4,0	1,0 – 2,0

Естественно, более важным (приоритетным) из двух технических средств, является то средство, для которого определено большее значение  $K_{вс}$ , соответственно, более важной является тема НИОКР по его созданию.

Критерий 5 – «актуальность темы НИОКР». Сущность этого критерия раскрывается в ответе на вопрос, допустимо ли затягивание в выполнении подобных работ, или перенос на существенно более поздние сроки. Или в другой постановке: «время терпит», или необходимо это делать безотлагательно.

Примем в качестве основных – следующие четыре варианта:

**Вариант 1.** Средств для решения традиционных задач АСР или возникших новых задач – на морях в высоких широтах у персонала нет. Без них задачи, в принципе, не решаемы. *Актуальность очевидна.*

**Вариант 2.** Средства ведения АСР есть, и сами по себе они достаточно эффективны (приемлемы), но изношены: часто выходят из строя и подлежат списанию в ближайшей перспективе. Срочно нужно решать вопрос о подготовке им замены, и, желательно, с более высокими ТТХ. *Актуальность высока.*

**Вариант 3.** Средства есть, но с низкими ТТХ недостаточно эффективны, за рубежом есть существенно лучше. Необходимо создавать новые высокопроизводительные (высокоэффективные) средства. Есть определенный научно-технический задел, или надо проводить еще и прикладную НИР в обеспечение достижения поставленной цели. *Актуальность темы достаточно высока или тема актуальна.*

**Вариант 4.** Средства есть, ТТХ приемлемы, либо их достаточно для решенных задач, либо необходимо дополнительно закупить, т. е. «время терпит» (положение в системе ПСО терпимо). Если речь идет о том, что можно купить, то не следует выполнять НИОКР вообще.

В качестве градаций предлагается принять данные табл. 8.

Естественно, более предпочтительны НИОКР, для которых имеют место более высокие количественные значения  $K_{ак}$ .

Таблица 8

Данные градаций лингвистической переменной актуальности темы НИОКР и количественного соответствия

Градация актуальности	Актуальность очевидна	Актуальность высока	Достаточно высока, требуется НИР	Актуальна (есть н-техн. задел)	Положение терпимо
$K_{ак}$	2,0	1,6	1,2	0,8	0,6

Критерий 6 – «требуемое время», время необходимое для создания и постановки на серийное производство образца технического средства выполнения ПСР. Это время в основном зависит от исходного *уровня готовности технологии*, при котором планируется выполнение НИОКР, а также от наличия авторитетных НИО, КБ для выполнения (завершения) НИОКР и наличия предприятия для организации серийного производства технического средства.

Классификация уровней готовности технологий приведена в табл. 2. Градации требуемого времени для создания и постановки на серийное производство образца технического средства могут быть получены путём сопоставления с исходным состоянием готовности технологии по табл. 2 и учета категории предстоящей НИОКР:

А. Длительное время – исходное состояние готовности технологии соответствует началу фундаментальной НИР (один-два года). Для создания нового средства необходимо последовательно преодолеть диапазон уровней готовности технологий от ГТ1 до ГТ9, т. е., кроме ФНИР провести далее поисковую НИР (один-два года) и прикладную НИР (два-три года), возможно, выполнить аванпроект (один-два года), выполнить далее ОКР (два-три года) и провести постановку изделия на серийное производство (один год). На это требуется, ориентировочно, от 8 до 13 лет при штатном выполнении госзаказа.

Б. Большое время – исходный уровень готовности технологии ГТ-2. Достигнут в результате выполнения поисковой НИР. Для создания нового средства необходимо последовательно преодолеть диапазон уровней готовности технологий от ГТ3 до ГТ9, что потребует, как показано выше, временной интервал, ориентировочно, от шести до девяти лет.

В. Достаточно большое время – исходный уровень готовности технологии ГТ-5. Достигнут в результате выполнения прикладной НИР.

Г. Небольшое время – исходный уровень готовности технологии ГТ-6, который достигнут в результате выполнения ОКР на этапах эскизного и (или) технического проекта (или, даже, разработки РКД).



Д. Малое время — исходный уровень готовности технологии ГТ-7, который достигнут в результате выполнения ОКР на этапах разработки РКД и изготовления, предварительных испытаний ОО.

В качестве градации критерия 6 «требуемого времени» и количественных им соответствий предлагается принять данные, приведенные в табл. 9.

Таблица 9  
Данные градации критерия 6 «требуемого времени» и количественных им соответствий

Градация требуемого времени	Длительное время (8–13 лет)	Большое время (6–9 лет)	Достаточно большое время (4–6 лет)	Небольшое время, менее 3 лет	Малое время, менее 2 лет
Количественное соответствие $K_t$	0,6	1,0	1,4	1,8	2,0

Важность критериев 4, 5, 6 по сравнению с критериями 1, 2, 3, по-видимому, может быть признана несколько меньшей, но, тем не менее, высокой. Предлагается для анализа и проведения экспертных оценок принять значение

$$K_{вк\ 4,5,6} = 2,6.$$

Дальнейшая корректировка приоритетного ряда НИОКР по совокупности критериев, характеризующих предлагаемые к созданию средства, построенного после учета количественного показателя, полученного с помощью выражения (3) должна осуществляться, исходя из выражения

$$P_2 = K_{вс} \cdot K_{ак} \cdot K_t \cdot K_{вк\ 4,5,6}. \quad (4)$$

Третья группа критериев для анализа и проведения экспертных оценок при отборе работ. Она включает в себя два критерия 7 и 8.

Критерий 7 — «базовый уровень научно-технического задела» для выполнения НИОКР. Т. е., на основе каких ДНТ (традиционное развитие, новейшие ДНТ, новые физические принципы), предлагается создавать новое средство или наличие ДНТ характеризующих перспективу развития (совершенствования) технического средства.

В качестве градаций базового уровня научно-технического задела и количественных соответствий им предлагается принять данные табл. 10.

Критерий 8 — «основные эксплуатационные характеристики», включающий в себя: предполагаемые потребности создаваемого средства в обслуживающем персонале (количество, уровень образования и физической подготовки), безопасность, надежность и удобство при эксплуатации нового средства по сравнению с существующим.

Таблица 10  
Данные градаций базового уровня научно-технического задела и количественных соответствий

Градация базового уровня научно-технического задела	Новые физические принципы	Новейшие ДНТ	Ранее известные и частично реализованные ДНТ
Количественное соответствие $K_{днт}$	2,0	1,6	1,2

Представляется, что при сравнительном анализе по этому критерию могут иметь место следующие основные варианты:

**Вариант 1.** Количество потребного обслуживающего персонала сокращается, не требуется подготовка в течение значительного времени и больших затрат: все другие эксплуатационные характеристики значительно лучше. Т. е., в целом эксплуатационные характеристики можно охарактеризовать как близкие к оптимальным.

**Вариант 2.** Потребность в обслуживающем персонале такая же, что и для имеющихся средств, на смену которым создается новое средство, но другие эксплуатационные характеристики значительно лучше. В целом эксплуатационные характеристики можно охарактеризовать как хорошие.

**Вариант 3.** Эксплуатационные характеристики приемлемы, несколько лучше, чем у существующих средств.

Градаций критерия 8 — «основные эксплуатационные характеристики» и количественные им соответствия предлагается принять согласно данным табл. 11.

Таблица 11  
Данные градаций критерия 8 — «основные эксплуатационные характеристики» и количественные им соответствия

Градация эксплуатационных характеристик	Эксплуатационные характеристики близкие к оптимальным	Хорошие	Приемлемые
Количественное соответствие	1,4	1,2	1,0

Группа критериев 7 и 8 может быть признана достаточно важной и коэффициент важности для них предлагается принять равным

$$K_{вк\ 7,8} = 2,0.$$

Обобщенная оценка НИОКР по совокупности критериев 7 и 8, характеризующих предлагаемые к созданию средства, определяется выражением

$$P_3 = K_{днт} \cdot K_{экс} \cdot K_{вк\ 7,8}. \quad (5)$$

Четвертая группа критериев для анализа и проведения экспертных оценок при отборе работ.

Следующая группа однородных критериев может быть представлена двумя критериями — 9 и 10. Критерий 9 — «затраты на проведение НИОКР» и критерий 10 — «интегральный экономический эффект» от реализации результатов НИОКР в новых средствах.

Применение четвертой группы однородных критериев для анализа и проведения экспертных оценок предусматривает отбор работ из однородных классификационных групп в соответствии с приведенным в разд. 2 настоящей методики классификатором НИОКР. Так, например, у сравниваемых для ранжирования НИОКР коды классификационного признака «Масштаб и сложность объекта исследования и разработки», приведенные в табл. 7 и 8 разд. 2 настоящей методики, должны совпадать.

В качестве градаций критерия 9, учитывающего предполагаемые затраты на проведение НИОКР и количественного соответствия им предлагается принять данные табл. 12.

Таблица 12  
Данные градаций критерия 9 — «затраты на проведение НИОКР» и количественные им соответствия

Градация переменной затраты на проведение НИОКР	Сверхбольшие (55–150 млн. руб.)	Большие (от 15 до 50 млн. руб.)	Значительные (5–10 млн. руб.)	Приемлемые (1–4 млн. руб.)	Незначительные (0,3–0,8 млн. руб.)
Количественное соответствие им $K_{ниокр}$	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6

Критерий 10 — «интегральный экономический эффект» от внедрения новых средств, определяемый с учетом предполагаемых затрат на НИОКР и последующие возможные поставки серийных образцов новых средств, взамен существующих. Сопоставление предполагаемых интегральных затрат на поставку новых средств и поставку существующих для обеспечения АСР дает соответствующую оценку. Понятно, что применение данного критерия требует основательной проработки исходных данных по НИОКР — близкому аналогу.

В качестве аналога ранее приведенным таблицам предлагается использовать табл. 13.

Оценка сравниваемых средств (НИОКР) по критериям 9 и 10 проводится с использованием выражения

$$P_4 = K_{ниокр} K_G K_{вк\ 9,10}, \quad (6)$$

Важность критериев 9 и 10 значительно ниже предыдущих, т. к. зачастую отсутствует представление о возможных расходах, как на проведение НИОКР, так и тем более, на производство серийных образцов новых средств. Поскольку

Таблица 13  
Данные градаций критерия 10 – «интегральный экономический эффект» и количественные им соответствия

Градации интегрального экономического эффекта	Ожидается значительная экономия средств (более 20 млн. руб.)	Ожидается существенная экономия (до 10 млн. руб.)	Ожидается сопоставимые затраты	Ожидается ощутимый перерасход (более 10 млн. руб.)
Количественное соответствие $K_{\Sigma G}$	2,0	1,5	1,0	0,7

реальные стоимостные оценки во многом зависят не только от рыночной ситуации, но и от экономических нормативов предприятий разработчиков и поставщиков новых средств.

Поэтому, значение  $K_{\text{вк } 9, 10}$  принимается меньше, чем для предыдущих критериев ( $K_{\text{вк } 9, 10} = 1,4$ ).

Пятая группа критериев для анализа и проведения экспертных оценок при отборе работ.

Предлагается к анализу и проведению экспертных оценок еще одна группа критериев 11, 12 и 13, значимость которых еще ниже, в силу еще большей неопределенности в оценке возможности достижения целей НИОКР. Для ниже приведенных критериев коэффициент важности предлагается принять равным 1,0, т. е.  $K_{\text{вк } 11, 12, 13} = 1,0$ .

Критерий 11 – «возможность широкой реализации результатов НИОКР» по созданию средств поиска, спасения и проведения АСР, также и в иных сферах деятельности, например, применение в морской практике, на внутренних водных бассейнах (ВВБ) и т. п.

Таблица 14  
Данные градаций критерия 11 – «возможность широкой реализации результатов НИОКР» и количественные им соответствия

Градации областей реализации	Единичные образцы	Только для СПС в Арктике	Для применения в СПС на море и ВВБ	В морской практике на большинстве морских объектов
Количественное соответствие $K_{\text{реализ}}$	0,7	1,0	1,5	2,0

Таблица 15  
Данные градаций критерия 12 – «возможность привлечения внебюджетных средств для проведения НИОКР» и количественные им соответствия

Градации возможностей привлечения внебюджетных средств	Возможность гарантирована	Возможность реальна	Мало вероятно	Привлечь не удастся
Количественное соответствие $K_{\text{привл}}$	2,0	1,5	1,0	0,7

Критерий 12 – «возможность привлечения внебюджетных средств для проведения НИОКР», что характеризует возможность экономии бюджетных средств представлен в табл. 15.

Критерий 13 – «возможность использования результатов в коммерческих целях», т. е. возможность поступления средств в бюджет от продажи лицензий частным фирмам различной принадлежности (компенсация затрат

Таблица 16  
Данные градаций критерия 13 – «возможность использования результатов в коммерческих целях» и количественные им соответствия

Градации возможности продажи лицензий	Возможность гарантирована	Возможность реальна	Мало вероятно
Количественное соответствие $K_{\text{лиц}}$	2,0	1,5	1,0

Минэкономторга РФ) представлен в табл. 16.

Оценку сравниваемых НИОКР по критериям 11, 12 и 13 предлагается осуществлять с помощью выражения

$$P_5 = K_{\text{реализ}} * K_{\text{привл}} * K_{\text{лиц}} * K_{\text{вк } 11, 12, 13} \quad (7)$$

Обобщенная оценка  $m$ -й НИОКР из состава  $i$ -й группы средств по совокупности всех  $J$  критериев, характеризующих как предлагаемые к созданию средства, так и особенности собственно НИОКР, может быть определена следующим выражением:

$$E_m i = \sum_j P_m ij, j = (1, J), i = (1, I), m = (1, M), \quad (8)$$

где  $J = 5$  – количество групп критериев;  $I = 5$  – количество групп однородных (относящихся к одному этапу СО) средств, согласно табл. 4 разд. 2;  $M_i$  – количество средств (НИОКР по их созданию), предложенных к оценке экспертами и ранжированию в составе  $i$ -й группы однородных средств  $P_m ij$  – оценка  $m$ -й НИОКР из состава  $i$ -й группы средств по  $j$ -му критерию.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Методические рекомендации по разработке нормативов трудоемкости работ по созданию научно-технической продукции. – О методических рекомендациях по определению цен государственных контрактов (договоров) на создание научно-технической продукции: ИП-5 Роскосмоса от 14.05.2009.
2. Banke, Jim. Technology Readiness Levels Demystified. NASA. 20 August 2010.
3. Technology Readiness Assessment (TRA) Guidance. – United States Department of Defense. April 2011.
4. Strategic Readiness Level – The ESA Science Technology Development Route. – European Space Agency, Advanced Studies and Technology Preparation Division.
5. Оценка стоимости научно-технической продукции: Методические указания. – М.: МАИ, 2006.
6. Основные понятия и термины, используемые при составлении отдельных форм федерального статистического наблюдения по науке и инновациям. – М.: ЦИСН, 2012.
7. Методические основы разработки нормативной базы планирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в промышленности. – Методические материалы к ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы» (www.fcpr.ru).
8. Н. И. Лядова, О. А. Топоркова. Развитие системы нормативных расчетов трудоемкости опытно-конструкторских работ как фактор повышения эффективности производства // Модели и методы инновационной экономики – 2009. – № 3.
9. Определение трудоемкости выполнения опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ по строительным металлоконструкциям и объектам специальной техники / СТО 02494680–0037–2004. – М.: ЦНИИ ПСК им. Мельникова, 2004.
10. Классификатор работ (задач) по НИР. Издания машиностроения и приборостроения. – Справочные материалы к ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы» (www.fcpr.ru). ■

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.

Начиная с 90-х гг. XX в. наметилась тенденция к повышению среднего возраста судов, эксплуатирующихся в территориальных водах России и под флагом РФ. Так, по данным Российского Морского Регистра судоходства (РМРС) средний возраст морских судов возрос с 16 (в 1993 г.) до 23 лет (в 2008 г.). Для судов в классе Российского Речного Регистра ситуация аналогична [1]. В настоящее время в связи со старением флота у большого количества судов срок эксплуатации уже превысил ресурс, назначенный проектантом.

С этого же периода значительная часть судов перешла в собственность небольших судоходных компаний, имеющих, как правило, от одного до пяти-шести разнотипных судов [1]. В связи с этим, а также из-за стремления судовладельцев сократить издержки в условиях жесткой конкуренции и ограниченных финансовых возможностей для поддержания флота в должном техническом состоянии объем проводимых профилактических работ зачастую сводится к минимуму. Дополнительно на ухудшение технического состояния флота оказывают негативное влияние следующие факторы:

- частая смена судовладельцев и увеличение количества судов, управляемых операторами, что не позволяет разработать перспективную программу повышения уровня технического состояния;
- сокращенная численность экипажей, а также снижение уровня квалификации экипажей судов и контроля со стороны ряда судовладельцев, что затрудняет проведение текущего технического обслуживания судов на должном уровне;
- разнотипность судов и, как следствие, различные марки и типы механизмов на судах не позволяют планировать количество необходимых запасных частей и оптимизировать процессы технического обслуживания и ремонта;
- выбор места очередного ремонта и технического обслуживания судна, который осуществляется в соответствии со стремлением судовладельца минимизировать затраты.

С целью создания единой структурированной и систематизированной методики повышения безопасности мореплавания судов, эксплуатации морских стационарных платформ различного назначения, для защиты человеческой жизни на море, здоровья, экологической безопасности морской среды и собственности путем оценок рисков для выбора наиболее эффективных и экономичных средств повышения безопасности Международной морской организацией (ИМО) в 1996 г. была создана специальная рабочая группа. По результатам ее работы в 2001 г. на 74-й сессии Комитета по безопасности на море (КБМ) было принято

## К ВОПРОСУ ПЕРЕВОДА СУДНА ИЗ СУБСТАНДАРТНОГО В БЕЗОПАСНОЕ СОСТОЯНИЕ

*Кукуи Фирмин Дживо, канд. техн. наук,  
Нефтегазодобывающее управление ООО «Газпром нефть шельф»,  
Д.В. Сулов, канд. техн. наук, проф., директор ЗАО «ЦНИИ СМ»,  
контакт. тел. (812) 64 0151*

«Руководство по формализованной оценке безопасности (ФОб) для использования в процессе нормотворчества ИМО».

Инструмент ФОб основан на заблаговременных действиях и представляет собой структурированный метод, позволяющий определять потенциально опасные ситуации заранее, до возникновения аварии с тем, чтобы после этого оценить величину риска, а также затраты и выгоды, связанные с применением возможных вариантов управления рисками, и на основании систематизированного анализа принять обоснованные решения по снижению величины риска [1].

Целью данной статьи является разработка технологии управления состоянием судна при переходах из состояния субстандартности в состояние безопасности, учитывающей отказы технических средств, ошибки «человеческого элемента» и неизбежный дефицит ресурсного обеспечения.

### КОНЦЕПЦИИ ФОРМАЛИЗОВАННОЙ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ (ФОб) И ЕЕ РЕАЛИЗАЦИЯ В РАМКАХ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА БЕЗОПАСНОСТИ (СМБ)

Алгоритм ФОб по управлению рисками и его методология включает пять циклически взаимосвязанных действий.

*Первым действием* алгоритма ФОб (первая ступень) является идентификация опасности. При этом устанавливаются все возможные опасности, проводится их сравнительный анализ и назначаются приоритеты в соответствии со степенью тяжести возможных последствий. Наличие априорных данных в виде сценария, описывающего последовательность технических отказов, организационных сбоев и ошибок «человеческого элемента», позволяет существенно упростить решение задачи идентификации.

*Вторым действием* алгоритма ФОб (вторая ступень) является оценка уровней рисков с целью распределения их по приоритетам и выделения областей высокого риска, а также факторов, которые могут повлиять на уровень этого риска. Количественные оценки уровней рисков основываются на статистике аварийности, отражающей частоту различных видов аварий и тяжесть их последствий, что позволяет выделить максимальный риск. В рамках концепции формализованной оценки безопасности выделяют

три уровня риска: недопустимый, практически приемлемый и незначительный.

*Третьим действием* алгоритма ФОб (третья ступень) является выбор способа управления риском на основе сравнительного анализа: областей риска, подлежащих управлению; методов снижения потенциальных рисков; способов управления рисками, не допускающих возникновения или интенсификации аварийных ситуаций. Процесс управления рисками имеет целью сохранение жизни и здоровья людей, бизнеса, а также защиту окружающей среды. При этом ситуации с недопустимым уровнем риска рассматриваются в первую очередь. Риски с наибольшей степенью вероятности имеют приоритет независимо от их последствий. Риски с вероятными серьезными последствиями подлежат рассмотрению независимо от степени вероятности. В результате реализации третьей ступени алгоритма ФОб может возникнуть необходимость возврата ко второй ступени для более детальной оценки уровня риска.

*Четвертым действием* алгоритма ФОб (четвертая ступень) является определение затрат (управленческого ресурса), связанных с применением способа управления риском, выбранного при реализации третьей ступени алгоритма. Определение затрат включает в себя анализ полученных на второй ступени ФОб результатов оценки рисков, затрат на управление рисками и оценки экономической эффективности управления рисками.

*Пятым действием* алгоритма ФОб (пятая ступень) является выработка рекомендаций по принятию решений на основе сравнительного анализа опасностей и их причин, а также способов управления рисками. Результатом должен стать выбор способа управления, обеспечивающего минимальный уровень риска.

Для реализации алгоритма ФОб в СМБ и поддержания состояния безопасной эксплуатации судна должен разрабатываться круг практических весьма сложных задач, от решения которых в последующем будет зависеть эффективность системы управления безопасной эксплуатацией.

Реализация алгоритма должна начинаться с определения рисков и их приоритетов (объект управления), способов минимизации рисков и их последствий (минимизация рисков).

Выбор, обоснование критериев эффективности алгоритма управления и реализация алгоритма ФОБ в СМБ требуют привлечения специалистов в различных областях знаний, обладающих соответствующим опытом. Вывод о необходимости профессионального решения проблемы оценки эффективности алгоритма ФОБ и его использования в процессе обеспечения безопасной эксплуатации судов компании может стать предпосылкой к созданию в составе СМБ некоего коллектива специалистов при топ-менеджере по безопасности, основное содержание деятельности которого можно определить так:

- оценка состояния безопасности мореплавания на судах компании и выявление слабых мест при плавании судна в складывающихся условиях;

- подготовка рекомендаций по совершенствованию структуры обеспечения безопасной эксплуатации на судне и в компании;

- оценка затрат на создание или модернизацию структуры безопасной эксплуатации на судне и в компании. В состав такого коллектива могут входить специалисты по безопасности (эксперты, аналитики, менеджеры), системные аналитики, программисты, инженеры.

Для оценки рисков можно привлекать методики, включающие метод экспертных оценок и метод математического (компьютерного) моделирования.

При *математическом моделировании* эксплуатационных и аварийных ситуаций целесообразно использовать комплекс программно-аппаратных средств, который обеспечивает взаимодействие с базами данных, включающими исходные параметры и модели сценариев развития ситуаций.

Суть метода *экспертных оценок* заключается в систематизированном отборе и аналитической обработке ряда оценок исследуемых явлений, связанных с эксплуатацией судов компании. Поэтому в состав экспертной группы должны входить специалисты по надежности и живучести судов, представляющие службу, отвечающую за безопасную эксплуатацию, а также персонал компании, обеспечивающий учет и контроль использования привлекаемого ресурса.

### **ТРЕБОВАНИЯ К ИНФОРМАЦИИ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ СЦЕНАРИЕВ ОПЕРАЦИЙ ПО ПЕРЕВОДУ СУДНА ИЗ СУБСТАНДАРТНОГО СОСТОЯНИЯ В БЕЗОПАСНОЕ СОСТОЯНИЕ**

Как следует из ранее изложенного, первый этап планирования, выполняемый в соответствии с алгоритмом ФОБ и направленный на идентификацию производственных и навигационных рисков, по сути, является изыскательским и заключается в составлении сценария,

который представляет собой лингвистическое описание процесса перевода судна из субстандартного состояния в безопасное, и основывается на нормативных документах и практическом опыте, в обязательном порядке дополненных соображениями безопасности. Сценарий составляют специалисты в штабе СМБ при топ-менеджере по безопасности на основе информации, поступающей от капитана судна. Такой подход позволяет учитывать, во-первых, особенности производственного процесса, в рамках которого будет реализовываться технология управления, направленная на снижение значимости или частоты рисков, а также возможные изменения в производственном процессе; во-вторых, внешние условия; в-третьих, обеспечивает переход к следующим этапам алгоритма ФОБ – решению диагностической и компенсационной задач. Подробный анализ и синтез множества сообщений, поступающих с судна в СМБ компании, позволяет топ-менеджеру переходить от реализации глобальных целей, стоящих перед судоходной компанией в целом, к реализации конкретной цели конкретной операции по поддержанию безопасного состояния судна.

Суть изыскательского этапа при разработке технологий управления состоянием судов достаточно наглядно можно проиллюстрировать, если обратиться к рекомендациям «метода сценариев». Согласно этим рекомендациям, сценарий перевода судна из субстандартного состояния в безопасное следует рассматривать как лингвистическое описание предполагаемых целенаправленных, упорядоченных во времени и в пространстве действий, осуществляемых на судне или в СМБ компании. Поэтому если принять допущения о том, что перечень действий по переводу судна из состояния в состояние обладает полнотой, а их описание не содержит существенных противоречий, то такой перевод можно формализовать так:

$$Z \sim \text{mod } \Pi, \quad (1)$$

где  $Z$  – класс эквивалентности, определяемый набором лингвистически заданных признаков  $\Pi$ , которые, в свою очередь, образуют модель перевода судна из состояния субстандартности в безопасное состояние.

Локализация производственной деятельности вида (1) в рамках набора аксиоматизированных признаков  $\Pi$  позволяет рассматривать эту деятельность как физическое явление и определить ее структурой в виде тройки:

$$\Sigma: \Pi \rightarrow (P, S, Q), \quad (2)$$

где  $P$  – замкнутое элементное множество, включающее в себя технические средства и судовых специалистов, а также связи между ними;  $S$  – правила, по которым должна выполняться операция

перевода;  $Q$  – процессы (операции), определяющие как ход процесса, так и возможные варианты состояния судна.

Введенная формализация судовой производственной деятельности (1) и (2) позволяет не только решить диагностическую задачу (идентифицировать и логически анализировать риски), которая всегда сопутствует процессу составления модели механизма функционирования и расчету величины управляющего ресурса, но и систематизировать выделенные риски. Кроме того, формализация допускает выполнение ряда дополнительных преобразований, таких как целенаправленное варьирование временного масштаба модели перевода судна из состояния в состояние и изменение степени подробности этой модели. Например, варьируя текущий масштаб и степень подробности описания операции по переводу судна из состояния субстандартности в безопасное состояние, можно выявить малозаметные риски и рассмотреть варианты их эволюции, что позволит привлечь к ним внимание лиц, принимающих решения. Можно разработать также множество вариантов возможных сценариев и выбрать тот, который будет наиболее полно удовлетворять будущим (прогнозируемым) условиям производственного процесса.

Лингвистические модели операций по переводу судна из состояния субстандартности в безопасное состояние целесообразно разрабатывать штабом при топ-менеджере компании, в состав которого необходимо включать наиболее опытных и квалифицированных специалистов компании. «Полезность» сценария будет полностью зависеть от способностей таких специалистов. По сути, члены штаба СМБ, формируя сценарий операции по переводу судна из состояния в состояние как объекта вида (2), решают проблему качественного описания сложного явления. Поэтому первым этапом построения любого сценария такой операции является согласование терминов. Одни и те же термины могут пониматься специалистами, работающими в различных областях знаний, по-разному. Для того чтобы термин имел строго определенный смысл, необходимо составить для него достаточно полный список характеристик, что исключит возможность его неоднозначного толкования.

С проблемой неоднозначного толкования терминов специалисты штаба СМБ могут сталкиваться при составлении сценария практически любой операции. Примером решения этой проблемы является описание используемых терминов в системах управления качеством (стандарты ISO). Применительно к системам управления качеством типа  $SQ$  проблема выработки однозначно трактуемых терминов решена, и это, в ко-

нечном счете, обеспечивает выполнение целенаправленных действий по управлению качеством продукции или услуг.

В судоходных компаниях, как правило, не существует упорядоченного унифицированного языка, позволяющего единообразно трактовать суждения различных специалистов при описании судовых операций и составлении их сценариев. Создание такого языка позволило бы не только облегчить взаимодействие экспертов, но и накапливать производственный опыт по минимизации рисков. Таким образом, на первом, подготовительном, этапе составления сценариев судовых операций необходимо в СМБ компании создать унифицированный набор терминов, которым должны будут руководствоваться как эксперты при разработке сценариев судовых операций, так и капитаны судов, подающие донесения о выявленных несоответствиях, приводящих к субстандартности судна. Используя принятые к использованию в компании термины, судовые специалисты смогут описывать последовательность силовых и информационных действий при выполнении конкретной операции. Главное, чтобы на этом этапе были учтены по возможности все, даже на первый взгляд несущественные, силовые и информационные действия и связи. Сбор информации для составления перечня терминов можно осуществлять как путем анализа рабочих документов (например, серии РД), включенных в нормативную базу компании, так и путем регистрации устных или письменных описаний сценариев операций, выполненных судовыми специалистами. Составление исходного множества терминов следует прекращать только тогда, когда расширения этого множества фактически не происходит, т. е. оно обладает позитивной полнотой. Отсутствие расширения множества свидетельствует о возможности перехода к следующему этапу написания сценария. По сути, операция по формированию элементного множества в рамках формализации производственной деятельности судна в виде  $\Omega_y(S_{\text{вых}}) = \cup Y_i$  и  $F_T: \Omega_x(S_{\text{вх}}) \rightarrow \Omega_y(S_{\text{вых}})$  является не чем иным, как решением задачи синтеза, которую можно записать так:

$$\Sigma_3: P^* \rightarrow Q^*$$

После составления лингвистического множества  $P_0$  проводится его предварительный анализ с целью выявления в нем синонимов для приведения элементов этого множества к единым или близким по смыслу терминам. Каждая выделенная группа синонимов заменяется одним термином, принятым к использованию в судоходной компании. В результате выполнения этой операции элементное множество  $P_0$ , включающее перечень действий при переводе судна из состоя-

ния субстандартности в состояние безопасности, сужается, так как подвергается некоторой универсализации, т. е.

$$\Sigma_2: P_0 \xrightarrow{E} P^*$$

где  $E$  – стандартные термины, принятые к использованию в компании.

Этап разработки сценария операции является основным, поскольку именно на этом этапе решается задача идентификации категориальных характеристик (значимых рисков), объединяющих в классы эквивалентности действия, определенные на множестве  $P^*$ .

Такая задача в отличие от синтеза множества  $P_0$  может быть решена только с помощью привлечения коллектива высококвалифицированных независимых специалистов, имеющих практический опыт безопасной эксплуатации судов компании. При формировании категориальных характеристик операции перевода судна из состояния субстандартности в безопасное состояние необходимо принять предположение о том, что все специалисты (эксперты) имеют целостное представление о технологии безопасного проведения этой операции. С формальной точки зрения задачу идентификации категориальных характеристик можно рассматривать как составную часть задачи анализа, записанной следующим образом:

$$\Sigma_3: P^* \rightarrow Q^*$$

причем такую задачу, когда сценарий судовой операции  $Q^*$  представляет собой упорядоченную последовательность классов эквивалентности, составленных с использованием выделенных категориальных характеристик, т. е.

$$\Sigma_4: \rightarrow Q_N^*, \quad (3)$$

где  $Q_N^* \rightarrow Q_1^* \rightarrow Q_2^* \rightarrow Q_N^* \rightarrow \dots$  при  $N = \text{const}$ .

Сбор экспертных суждений в данном случае можно проводить путем последовательного независимого предъявления экспертам универсального множества описанных действий  $P^*$  в виде  $(a_j, b_j) \in P^*$ .

Для каждой пары элементов  $(a_j, b_j) \in P^*$  эксперт должен определить, принадлежит эта пара к одному из классов эквивалентности (3) или нет. Такая методика опроса позволяет, во-первых, используя категориальные характеристики, составить упорядоченную последовательность классов эквивалентности вида (3), т. е. инвариантный ко времени сценарий операции, во-вторых, выполнить анализ экспертных суждений с целью определения их непротиворечивости и согласованности.

Данные опроса отдельного эксперта можно представить с помощью симметричной бинарной матрицы  $A^k$  размером  $n \times n$ , где  $n$  – число категориальных характеристик, используемых при формировании сценария судовой операции, с элементами

$$d_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если эксперт относит} \\ i\text{-е и } j\text{-е действия к одному классу;} \\ 0\text{-в противном случае.} \end{cases}$$

Данные опроса эксперта, трансформированные в бинарную матрицу  $A^k$ , позволяют выполнить операцию по определению непротиворечивости его суждений. Так, если эксперт в своих суждениях действительно исходил из представления о категориальных характеристиках предстоящей операции, то матрица данных будет близка к матрице смежности отношения эквивалентности. Этому случаю соответствует отсутствие или малое число в матрице  $A^k$ , «противоречивых» подматриц, которым, в свою очередь, соответствуют рефлексивные, симметричные, но не транзитивные отношения. Определить степень непротиворечивости данных отдельного опроса можно так:

$$\eta = 1 - G(A^k)/\gamma \text{ при } \gamma \in [0, 1],$$

где  $G(A^k)$  – число противоречивых подматриц размером  $3 \times 3$  в матрице  $A^k$ ;  $\gamma$  – коэффициент, равный максимально возможному числу противоречивых подматриц.

Методы подсчета коэффициента  $\gamma$  и оценки статистической значимости величины  $\eta$  известны из теории статистики.

Оценку степени согласованности данных опросов экспертов по матрицам  $A^k$  можно выполнить, используя коэффициент, введенный Кендалом:

$$u = \left[ 1 - 2 \sum_{i>j} b_{ij}(m - b_{ij}) \right] / C_m^2 C_n^2,$$

где  $m$  – число экспертов;  $b_{ij} = \sum D_{ij}^k$ .

Коэффициент  $u$  принимает значения: при четном значении  $m$  – от  $1/(m-1)$  до 1, при нечетном – от  $-1/m$  до 1.

В случае непротиворечивости и согласованности описания классов эквивалентности вида (3) можно перейти к последнему этапу составления (агрегации) сценария – формированию перечня действий с учетом суждений всех экспертов. Для составления такого перечня можно привлечь следующую статистическую модель. Пусть оценка экспертом  $i$ -го действия является реализацией случайной величины  $\zeta$  со значениями 1, 2, ...,  $j$ , ...,  $k$ , распределенной по закону  $q_{ij}$ . Кроме того, пусть наиболее вероятная оценка  $i$ -го действия

$$j^*: q_{ij} = \max q_{ij}$$

является «наилучшей», а вероятность того, что эксперт высказывает адекватные суждения, более  $1/2$ .

В рамках этой статистической модели задачу агрегации сценария судовой операции по переводу судна из состояния субстандартности в состояние безопасности можно рассматривать как задачу нахождения «наилучшей» группировки, т. е. группировки, в которой находятся действия с одинаковыми значениями  $j^*$ .

Если значение коэффициента согласованности  $u$  (коллектив экспертов является «однородным») достаточно близко к единице, то искомая оптимальная группировка будет отвечать максимуму критерия вида

$$I = \sum_{ij} (2b_{ij} - m)r_{ij},$$

где  $r_{ij}$  – элементы матрицы смежности в отношении эквивалентности.

Полученное оптимальное описание действий (3) может быть дополнено результатами моделирования. При этом можно использовать комбинации различных методов составления сценариев перевода судна из субстандартного состояния в его безопасное (стандартное) состояние, но лишь при условии достаточно жесткого ограничения влияния на сценарий результатов моделирования. Действительно, если учитывать основные цели составления сценария операции и неопределенный характер рассматриваемых событий, то можно сделать вывод о том, что написание сценария на естественном языке наиболее приемлемо, а количественные оценки, полученные при имитационном моделировании, должны привлекаться к описанию только в качестве вспомогательных данных.

Основным методологическим недостатком изыскательского этапа планирования операций по обеспечению безопасного состояния судна является его «плохо» определенная связь с рисками. Кроме того, не исключено, что эксперты при составлении сценариев судовых операций, не владея полной информацией о развитии конкретной ситуации, будут опираться лишь на «полет своей фантазии» и не смогут точно определить, в какой мере результаты их деятельности найдут практическое применение.

Безусловно, при составлении сценариев судовые специалисты и привлекаемые эксперты не должны ориентироваться только на благоприятные исходы проведения операций. Также представляется целесообразным привлекать предварительный «заказ», который определял бы, во-первых, структуру сценария, во-вторых – результаты работы экспертов.

Эффективность работы экспертов существенно возрастет, если в судходной компании будут разработаны конкретные требования как к содержанию, так и к форме представления сценариев операций. Определенным шагом в направлении повышения эффективности работы экспертов может быть составление перечня критериев, которым должны отвечать сценарии, и разработка шкал для этих критериев. Сочетания критериев позволят выбирать темы сценариев судовых операций с акцентом на тех проблемах обеспечения безопасности, которые являются наиболее важными для судходной компании.

## РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ БЕЗОПАСНОСТИ В РЕЖИМЕ САООС С МИНИМИЗАЦИЕЙ РИСКОВ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИМИ ОТКАЗАМИ, ИНФОРМАЦИОННЫМИ СБОЯМИ И ОШИБКАМИ «ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА»

Ведем понятие технологии управления состоянием судна в виде следующего отображения:

$$\Sigma: \{M_U, G\} \rightarrow T_{UG}, \quad (4)$$

где  $M_U$  – механизм функционирования;  $G$  – множество управленческих ресурсов;  $T_{UG}$  – реализация.

Организация технологии управления состоянием безопасной эксплуатации начинается с процедуры планирования деятельности структуры применительно к сложившимся судовым условиям и только в рамках слабоструктурированной проблемы. Поэтому программные средства адаптации элементов технологии должны обладать гибкостью и допускать возможность ручного планирования. Гибкость программного обеспечения заключается в способности просто и быстро изменять условия задачи планирования и алгоритм ее решения. Для составления или коррекции планового вектора технологии управления математическая модель планирования должна быть описана в понятных судовому персоналу терминах. При планировании существующая проблема недоверия к рекомендациям должна сниматься за счет того, что судовой персонал сам осуществляет ввод основной информации. Кроме того судовой персонал должен иметь возможность контролировать правильность ввода данных. Для обеспечения автоматической и ручной коррекции процесса решения задачи планирования деятельности судовой структуры безопасности программное обеспечение должно включать процедуры внесения изменений в исходные данные или решения с автоматическим пересчетом характеристик технологии. Также программное обеспечение должно содержать блоки анализа решений и устранимых неразрешимости задач.

Пусть технология управления состоянием эксплуатации (4) структуры безопасности  $\eta$  после адаптации к судовым условиям описывается рекуррентной последовательностью.

$$P_{n+1} = L_\alpha P_n, \quad (5)$$

где  $P$  – стандартное состояние судовой структуры безопасности;  $L$  – оператор технологического процесса по поддержанию стандартного состояния  $\eta_0$ ;  $\alpha$  – факторы, имеющие свойства параметров этого оператора  $\alpha \in G$  и определяющие характер использования оптимального по критерию стоимости с согласованным ограничением на затраты управленческого ресурса  $G$ .

При использовании технологии управления (4) необходимо исходить из следующей ситуации: задано множество  $X_{\max}$  факторов, влияющих на безопасную эксплуатацию судна, а различные подмножества  $X$  из множества  $X_{\max}$  должны выбираться экспертами компании для осуществления предварительного планирования, состоящего в выделении из  $X$  часть факторов, образующих подмножество  $Y_0$ . Тогда для  $m$ -измеримого множества в (5) соотношение  $Y_0 \subseteq G$  способно обеспечивать определенные гарантии того, что составленный план управленческой технологии будет выполняться в рамках принятых при планировании условий безопасной эксплуатации. Однако практическая реализация соотношения  $Y_0 \subseteq G$  маловероятна, хотя возможным событием и требует конкретизации с помощью ограничения, записанного так:

$$Y_0 \cap G \neq \emptyset$$

Мера ресурсного технологического риска для любого  $(G - Y_0)$  при необходимом и достаточном ресурсе определяется таким образом:

$$\lim_{G \rightarrow E} m(G - E) = \mu(0), \quad (6)$$

где  $\mu(0)$  – мера нуля;  $G$  – множество факторов, обеспечивающих безопасность эксплуатации судна и составление плана технологического процесса управления;  $E$  – некоторое подмножество, которое функцией выбора  $F(\bullet)$  не было отнесено ко множеству  $Y_0$ .

Выбор факторов, определяющих безопасность эксплуатации судна, и совершенная функция выбора  $F(\bullet)$  обеспечивают полноту планирования судовой технологии управления при адаптации к судовым условиям и теоретически полное устранение ресурсных технологических рисков. Однако практическая реализация технологии управления (4) обладает свойством недостижимости минимизации ресурсных технологических рисков. Причиной этой недостижимости является «человеческий фактор».

Надежность реализации технологии управления состоянием судна зависит от достоверности базы данных и достоверности представления этой базы судовому специалисту. Так, при сопряжения датчиков информации с интегрированной системой отображения данных, по принципу «прямого» доступа достоверность может быть определена с помощью граничных значений. Нижнее граничное значение вероятности достоверного представления базы данных  $P_0$  записывается в виде

$$P_0 \geq P_0^*$$

где  $P_0$  – вероятность состояния технического средства при нормальной работе всех простых систем;  $P_0^*$  – вероятность поступления судоводителю достоверной информации от системы индикации технического средства.

Оценку верхнего значения вероятности  $P_n$ , можно определить следующим образом:

$$P_n \leq P_n^*$$

где  $P_n$  – вероятность отказа хотя бы одной «простой» системы и поступления судовому специалисту недостоверной информации;  $P_n^*$  – вероятность недостоверного формирования базы данных и недостоверного представления ее судовому специалисту при наличии отказов в «простых» контрольных и управляющих системах.

Вариант сопряжения «простых» систем с программным обеспечением интегрированной системой отображения по многоуровневой ветвящейся структуре при прочих равных условиях имеет преимущества по сравнению с вариантом сопряжения со структурой «прямого» доступа, поскольку не требует значительного расширения списка функции линейных протоколов связи.

Несвоевременное обнаружение технического или информационного сбоя влечет за собой появление управленческих ошибок. Поэтому планирование и реализация технологии управления состоянием эксплуатации судна (4) должны быть зависимыми от функционирования датчиков информации, с помощью которых контролируется процесс, т.е.

$$\Sigma: X \rightarrow X|p, \quad (7)$$

где  $P \subset P_0$  – датчик информации, обеспечивающие в данный момент контроль технологии поддержания состояния эксплуатации судна в рамках установленных правил  $J(\bullet)$ .

Помимо оценки достоверности базы данных, используемой в технологии управления, необходимо знать интервал времени, в течение которого пространство знаний «человеческого элемента» будет поставлять судовому специалисту ошибочные данные и неверные рекомендации. Оценка среднего интервала времени несоответствия пространства знаний реально складывающейся ситуации, подлежащая учету при реализации технологии управления состоянием эксплуатации судна, определяется как:

$$\langle \tau \rangle = \int \tau B(\tau) d\tau, \quad (8)$$

где  $B(\tau)$  – функция распределения времени инерционности отображения данных.

Полученная оценка определяет интегрированную систему отображения данных не способна формировать адекватное пространство знаний, отобразить реальную модель технологического процесса, и следовательно, информационно поддержать процедуры, минимизирующие управленческие ошибки в технологиях типа (4).

Рассмотрим принципы восприятия информации, составленные с учетом дополнительного структурирования пространства действий судового специалиста, могут быть использованы при разработке организационных моделей деятельности су-

доводителя, в частности, при составлении модели многопараметрического контроля параметров мореходных качеств и состояния безопасной эксплуатации судна.

Для разработки модели многопараметрического контроля параметров мореходных качеств и состояния безопасной эксплуатации судна использовалась теорема о нижней доверительной границе вероятности безопасной работы системы, состоящей из последовательно соединенных элементов. В соответствии с этой теоремой для технологий, которые минимизируют идентификационные и классификационные риски при минимуме экспериментальной информации, нижняя  $\gamma$  – доверительная граница вероятности сохранности судном мореходных качеств равна

$$P_H = (1-\gamma)^{1/I(\min)}. \quad (9)$$

Если статистическая корректность последнего выражения соблюдена, то верхняя граница уровня несоответствия мореходных качеств судна условиям его безопасной эксплуатации с коэффициентом доверия  $\gamma$  не превысит значения

$$Q \leq 1 - P_H = 1 - (1-\gamma)^{1/I(\min)}. \quad (10)$$

В свою очередь, составленная модель многопараметрического контроля параметров параметров мореходных качеств судна позволяет оценить минимальный объем информации  $I(\min)$ , который необходим для осуществления диагностики технических средств и инструктирования членов экипажа, задействованных в судовой технологии управления. Этот объем зависит от общего числа операции  $N$ , образующих судовую технологию управления.

Пусть количество информации  $I(\gamma)$  о том, что уровень несоответствий  $Q$  мореходных качеств условиям безопасной эксплуатации судна с доверительной вероятностью  $\gamma$  попадает в интервал  $[0, Q_B]$  или с вероятностью  $1-\gamma$  – в интервале  $[0, Q_B]$ . Тогда количество информации при выполнении интервального оценивания параметров, характеризующих мореходные качества судна, можно найти так:

$$I(\gamma) = -[(1-\gamma)\log(1-\gamma) + \gamma\log(\gamma)]. \quad (11)$$

При этом связь между относительным объемом информации, получаемой в результате контроля операций технологии управления, и уровнем доверия к сохранению состояния безопасной эксплуатации судна можно выразить так:

$$n/(N+1) = 1 - (\exp -I(\gamma)). \quad (12)$$

Анализ последнего равенства показывает, что нет необходимости при выполнении технологии управления состоянием судна оперировать большими значениями коэффициента доверия  $\gamma$ , поскольку при увеличении  $\gamma$  уменьшается относительный информационный объем  $n/(N+1)$  и соответственно доверительный интервал  $Q \in [0, Q_B]$ . Эффективность рассмотренной модели многопараметрического интервального контроля определяется тем, что нет необходимости в обработке большого

объема несоответствий мореходных качеств судна установленным значениям.

## ВЫВОДЫ

1. Главной особенностью метода экспертных оценок является то, что он позволяет получать оценку неформализуемых состояний судна и состояний судовых операций, задавать критерии эффективности, а также определять необходимые исходные данные для компьютерного моделирования вариантов эксплуатации судна и СМБ в целом при наличии неполной информации.

2. Решение задачи минимизации частоты и значимости технологических рисков следует начинать с формирования представлений о структуре организационно-технической системы, которая в рамках процесса самоорганизации способна обеспечивать поддержание стандартного состояния безопасной эксплуатации судна.

3. Надежность реализации технологии управления при взаимодействии «человеческого элемента» с техническими средствами зависит от надежности информационной системы, которую следует определять граничными условиями как в части достоверности базы данных, так и в части достоверного представления этой базы судовому специалисту.

4. Для снижения влияния «человеческого фактора» и решения проблемы минимизации ошибок в управленческой деятельности предложено рассматривать два направления: создание комфортных условий эксплуатации технических средств и эффективное использование пространства знаний.

5. Для оценки сохранности мореходных качеств судна при управлении состоянием безопасности судна предложено использовать модель многопараметрического контроля мореходных качеств, выполняемого при минимальном объеме информации, которая включает лишь процедуру оценки состояния технических средств и время инструктирования членов экипажа.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Семионичев Д.С. Управление техническим состоянием судовой энергетической установки на основе метода формализованной оценки безопасности. – Автореф. Дисс. канд. тех. наук Д.С. Семионичева. – СПб.: СПбГУВК. – 2010. – 24 с.
2. Кукуи Ф.Д. и др. Основные процессы в структурах безопасной эксплуатации судна / Ф.Д. Кукуи и др. под общ. ред. В.И. Меньшикова. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2008. – 185 с.
3. Меньшиков В.И., Глушченко В.М., Анисимов А.Н. Элементы теории управления безопасностью судоходства. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2000. – 242 с.
4. Пасечников М.А. Организованность социотехнических систем судовождения и методы ее поддержания с минимизацией информационной загрузки человеческого элемента. – Автореф. дисс. . канд. техн. наук, Мурманск, 2006, 21 с. ■



ОАО «Адмиралтейские верфи» сохраняет ведущую позицию среди отечественных верфей и в целом обеспечивает решение приоритетных для судостроительной отрасли РФ производственных задач. На предприятии в разные годы создавались лучшие отечественные суда различного назначения и корабли для ВМФ России. ОАО «Адмиралтейские верфи» также накоплен значительный опыт выполнения экспортных заказов и организации работ по оказанию технического содействия иностранным заказчикам в обеспечении гарантийного обслуживания, послепродажного сопровождения и ремонта (рис. 1).

В условиях непрерывного совершенствования морской техники (МТ), роста ее наукоемкости, появления качественно новых эксплуатационных характеристик вооружений и военной техники (В и ВТ), увеличения информационной насыщенности проектов конкуренто-

## ОПЫТ ОАО «АДМИРАЛТЕЙСКИЕ ВЕРФИ» ПО ПРИМЕНЕНИЮ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОДУКЦИИ СУДОСТРОЕНИЯ

**А. С. Бузаков**, канд. техн. наук, генеральный директор,  
**Г. А. Емельченков**, зам. главного инженера,  
**Б. Л. Резник**, канд. техн. наук, начальник отдела,  
 ОАО «Адмиралтейские верфи»,  
 контакт. тел. (812) 494 78 96

которая стала базой для развертывания систем интегрированной логистической поддержки производимых вооружений

и военной техники. Созданный программно-аппаратный комплекс предприятия обеспечивает на достигнутом уровне использования инструментальных средств, интеграцию ресурсов предприятия по основным сферам деятельности производства В и ВТ предприятия и создает условия для эффективного управления подразделениями и предприятием в целом. Основная цель разработки и реализации программы развития информационных технологий предприятия — эффективное использование информационных ресурсов предприятия, обеспечивающих автоматизированную обработку и передачу информационных данных по корпоративной сети предприятия. При этом особое внимание уделяется совершенствованию процессов информационной поддержки послепродажного сервисного обслуживания с использованием принципов ИПИ-технологий. На предприятии широко



Рис. 1. Продукция ОАО «Адмиралтейские верфи»

способными окажутся предприятия, достигшие совершенства в управлении бизнесом, обладающие отлаженными процессами информационной поддержки проектирования, производства, поставки и эксплуатации изделия, протекающими в едином информационном пространстве (ЕИП). Система сопровождения продукции на протяжении всего жизненного цикла (ЖЦ) должна обеспечивать единство процессов проектирования, строительства, эксплуатации и утилизации В и ВТ. Применение современных информационных технологий является инструментом создания подобной системы, в связи с чем требуется форсировать работы в области системного использования методов и принципов CALS (ИПИ)-технологий (рис. 2).

На предприятии разработана и внедрена первая очередь интегрированной информационной системы управления предприятием (ИИСУП) «Адмирал»,

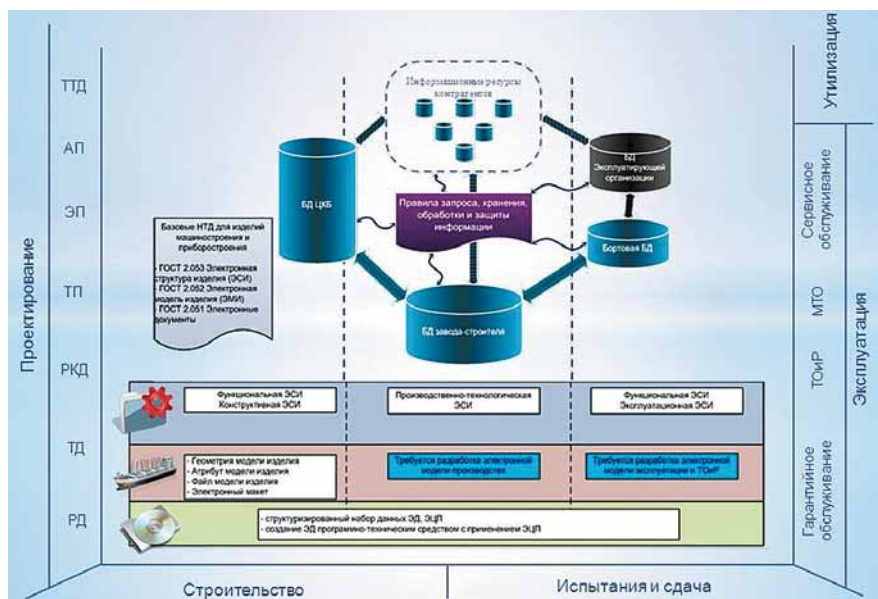


Рис. 2. Информационное взаимодействие при создании морской техники

применяются методы 3D-проектирования, реализована интеграция САПР «TRIBON» с системой автоматизированной технологической подготовки производства. (рис. 3).

жизненного цикла (ЖЦ) изделия, обеспечивающей поддержку его эксплуатации и основанной на построении интегрированной логистической системы.

В ходе анализа концепции ИЛП и принципов CALS (ИПИ)-технологий были выделены три основные проблемы, стоящие на пути повышения эффективности управления наукоемким производством.

Во-первых, с увеличением сложности изделий значительно увеличивается объем данных о них. При этом прежние методы работы с данными уже не обеспечивают их точность и актуальность при сохранении приемлемых временных и материальных затрат. Во-вторых, увеличение количества участников ЖЦ изделия, расширение и удлинение логистических цепей управления поставками (особенно в случае виртуального предприятия) приводит к возникновению серьезных проблем, связанных с обеспечением информационной прозрачности и синхронизацией информационных потоков в единой информационной среде. В-третьих, формирование логистических данных для сопровождения процессов поддержки при эксплуатации должно осуществляться на этапе подготовки производства объединением проектных и технологических данных.

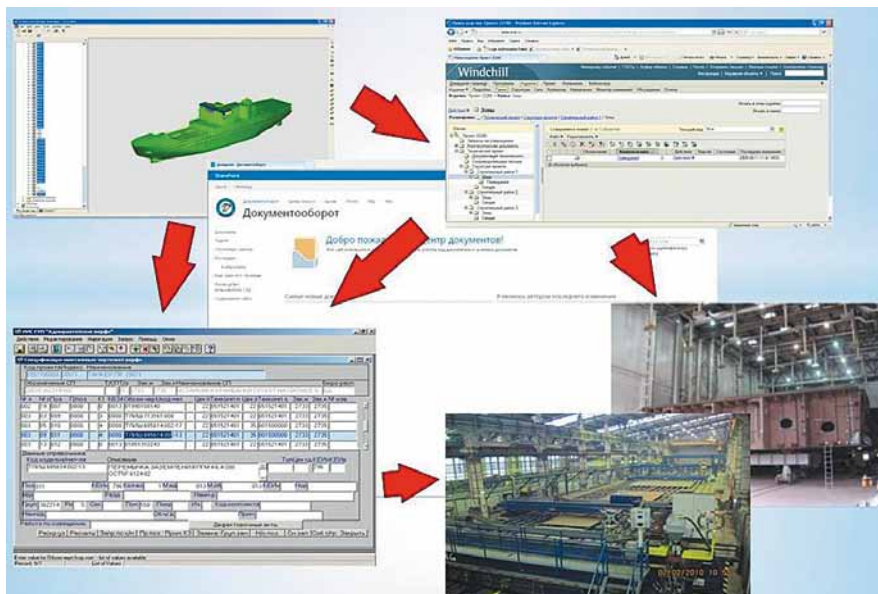


Рис. 3. Интеграция САПР «TRIBON» с системой технологической подготовки производства

Постоянно осуществляется реинжиниринг бизнес-процессов системы конструкторско-технологической подготовки производства с целью оптимизации и снижения издержек. Развивается система электронного документооборота как конструкторской документации, так и управлением организационно-распорядительной документацией, перепиской со сторонними организациями и документацией по оформлению контрактов. В настоящее время ведутся работы по информационной интеграции процессов электронного документооборота с процессами подготовки производства на единой платформе MS SharePoint. Практически решена задача перевода в электронный вид всей конструкторской документации на изделия собственного машиностроения и обеспечения к ней информационного доступа производственных служб предприятия. Большое внимание уделяется организации каналов связи с предприятиями-проектантами строящихся судовых заказов по приему и передаче конструкторской и технологической информации. Перед предприятиями поставщиками комплектующего оборудования ставится обязательное условие о передаче эксплуатационной документации в электронном виде (рис. 4).

В последние годы специалистами предприятия планомерно и успешно разрабатывается концепция интегрированной логистической поддержки (ИЛП) жизненного цикла изделия – методология оптимизации стоимости

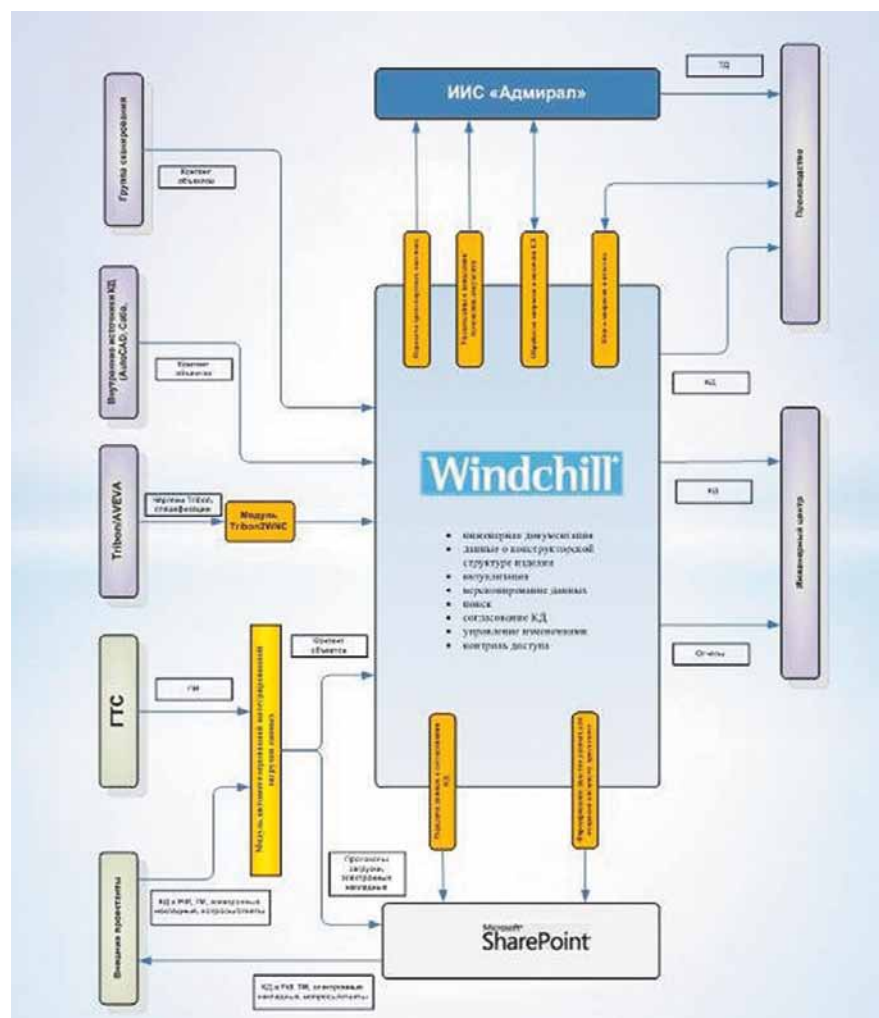


Рис. 4. Реинжиниринг бизнес-процессов на базе интеграции ERP, PLM и MS SharePoint

Логистическая поддержка призвана обеспечить ритмичность и непрерывность потоковых процессов ЖЦ изделия и реализуется через построение

тизации информационных потоков и формирования совокупности организационных документов и компьютерного обеспечения (рис. 5).

носится автоматизированная система материально-технического обеспечения, система каталогизации предметов снабжения, система автоматизи-

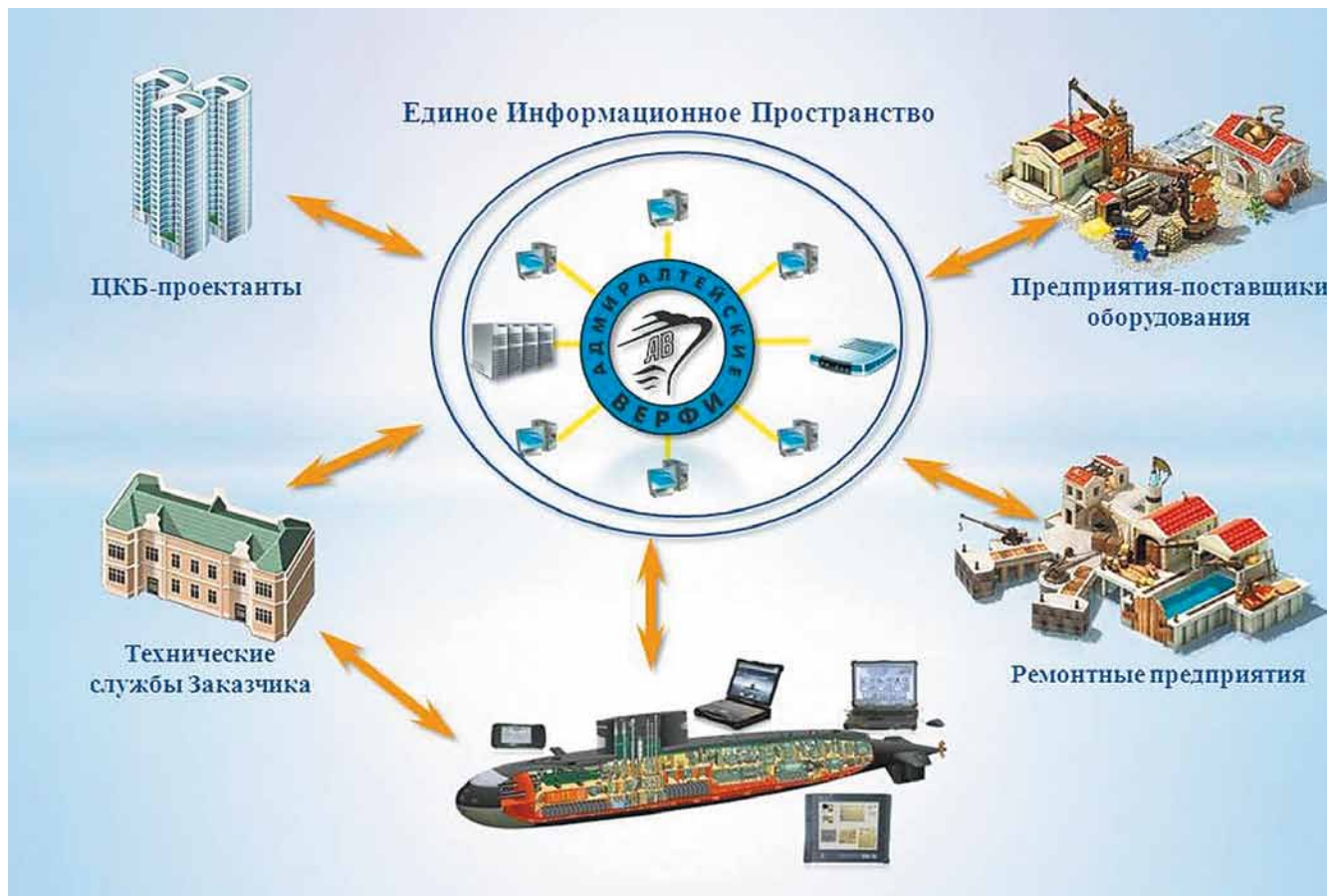


Рис. 5. Организация логистической поддержки в процессе эксплуатации

логистической системы предприятия, которая включает принципы стратегического взаимодействия с поставщиками, смежниками, эксплуатантами и другими участниками процессов ЖЦ продукции судостроения.

Преимущества логистических систем поддержки ЖЦ изделия определяются качеством организации и управления информационными потоками, идущими от точки возникновения потребности в продукте через все звенья и этапы ЖЦ к системам управления производством.

Морская техника имеет многолетний срок эксплуатации, в течение которого затраты на поддержание продукции в состоянии постоянной технической готовности в несколько раз превышают затраты на ее приобретение. Они складываются из расходов на разработку и производство, а также ввод техники в действие, ее эксплуатацию и поддержку в работоспособном состоянии. Физическая реализация ИЛП представляет собой процесс интеграции в единую логистическую систему предприятий-участников ЖЦ на основе систематизации и стандар-

С использованием логистической концепции как системного подхода к управлению ЖЦ технически сложного изделия появляется возможность влиять на структуру затрат. На этапе проектирования и разработки можно изначально варьировать степень соответствия конструктивно-эксплуатационных характеристик требованиям постоянной готовности к работе и экономичности, что, как правило, отражается на цене изделия. Базовым требованиям к ИЛП ЖЦ продукции военного назначения является оптимизация затрат, направленная как на поддержание ее требуемой боеспособности, так и экономичности приобретения и исполь-

Зачитывая то, что в настоящее время создание системы логистической поддержки — это необходимое условие заключения контрактов на поставку наукоёмкой продукции, включая продукцию судостроения, специалистами предприятия разработаны и реализованы в информационной системе предприятия задачи, являющиеся обязательными компонентами современной системы ИЛП. К ним от-

рванной обработки заявок заказчиков на закупку материально-технического обеспечения эксплуатации, система обработки информации по выполнению ремонта и модернизации, система хранения эксплуатационной документации в электронном виде. Заказы, построенные и строящиеся для ВМФ России, оснащаются современными автономными комплексами информационной поддержки эксплуатации оборудования, позволяющими личному составу решать большой круг логистических задач и формировать необходимую информацию для передачи на предприятие-строитель.

Для поддержки экспортной продукции предприятия организована система послепродажного сервисного обслуживания, постоянно совершенствующаяся с учетом требований заказчиков.

Таким образом, на ОАО «Адмиралтейские верфи» последовательно формируются необходимые условия для создания информационной системы, обеспечивающей единство процессов ЖЦ продукции судостроения, включая информационную поддержку на этапе эксплуатации. ■

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

С введением в действие Федерального закона № 36 возникают проблемы классификации малых судов коммерческого назначения российскими классификационными обществами (КО). Фактически, на сегодняшний день указанные КО не располагают адекватными правилами для малых судов коммерческого и специального назначения, а попытки применить к ним имеющиеся правила для «крупных» судов противоречат практике малого судостроения, что требует больших усилий и времени от проектировщиков и эксплуатационников по «пробиванию» приемлемых решений. Таким образом, актуальной проблемой становится разработка правил, специально предназначенных для классификации малых судов и полностью отражающих их особенности (рис. 1). Более того, практикующие специалисты отрасли сходятся во мнении, что с учетом специфики малых судов, масштаба их взаимодействия со стихией и ситуации на рынке, требования Регистров — морского (РС) и речного (РР) — должны быть максимально унифицированы.



Рис. 1. Малые суда по проектам «AMD»: а — туристский катер пр.В1000, постройка «А.В.Л.» (Севастополь), сертификация BV; б — специальный катер пр. NS50 с надувным бортом, постройка «Nautical Star» (Кумай), сертификация CCS

Необходимо заметить, что в российском законодательстве введен термин «маломерное судно», которое определено как судно длиной менее 20 м. В международной практике, в том числе во всех основополагающих конвенциях ИМО и стандартах ISO, равно как и в правилах зарубежных КО, используется определение малого судна (small craft) как судна с длиной корпуса

# НАДВОДНЫЙ БОРТ МАЛЫХ СУДОВ: ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ И НОРМИРОВАНИЯ

А. Г. Назаров, канд. техн. наук,  
директор КБ «Albatross Marine Design» («АМД»),  
контакт. тел. +66 (0) 384 168 81,  
e-mail: an@amdesign.co.th, info@amdesign.co.th

$L_{\text{н}} \leq 24$  м. Очевидно, с учетом международной интеграции отрасли судостроения и судоходства, а также вступления России в ВТО необходимо приводить российские нормы к общепринятым международным стандартам.

Как показывает статистика, одними из наиболее распространенных причин аварий являются перегрузка малых судов и их эксплуатация при гидрометеорологических условиях, превышающих допустимые. На практике наиболее легко контролируемым и достаточно эффективным параметром является высота надводного борта, определяющая не только безопасность судна в отношении перегрузки, но и косвенным образом его остойчивость и непотопляемость [15]. В связи с этим надводный борт  $F$  является определяющим при назначении судну категории и района плавания. Вместо  $F$  может применяться интуитивно более понятная «высота заливания» (downflooding height)  $h_{\text{д}}$ , характеризующая высоту отверстий (за исключением пренебрежимо малых), через которое возможно заливание судна, от уровня ватерлинии.

Для повышения безопасности малых судов необходимо совершенствовать принципы нормирования и обоснованно выбирать их мореходные характеристики. В статье обозначены задачи систематизации используемых в настоящее время подходов и выработки единых принципов нормирования надводного борта малых судов с учетом особенностей их конструкции и динамики.

## ОБЗОР ТРЕБОВАНИЙ ПРАВИЛ

Требования к надводному борту различных стандартов и КО не всегда увязаны между собой и подчас недостаточно аргументированы с учетом особенностей малых судов; далее рассмотрены основные нормативные документы, применяемые в практике проектирования.

ГОСТ 19105—79 [12] предназначен в основном для судов длиной до 5,5 м и предполагает нормирование надводного борта в зависимости от допустимой высоты волны; при этом минимальная высота надводного борта должны быть не менее 6% наибольшей длины судна  $L_M$ .

Правила Германского Ллойда [8] для судов длиной до 24 м определяют требования к надводному борту  $F$  только для малых открытых судов категорий IV—V в виде

$$F = 0,15 + bB,$$

где  $b=0,15...0,25$  в зависимости от категории. В остальных случаях, высота надводного борта определяется исходя из соображений остойчивости и непотопляемости судна.

Скандинавские правила NBS [7] предназначены для судов длиной 15 м; ими предписывается для закрытых судов минимальный надводный борт  $F = 200$  мм с увеличением в носовой части до  $17L_M + 700$  мм. Для открытых судов минимальный надводный борт  $F$ , мм, определяется через водоизмещение судна  $\Delta$ , кг, наибольшую длину  $L_M$  и ширину  $B$ :

$$F = \frac{3,2\Delta}{1000L_MB}.$$

Кодекс по малым коммерческим судам (SCV Code) [9] разработан Морской администрацией Великобритании и рядом КО и является примером хорошо проработанного и практичного документа. SCV Code содержит требования к надводному борту для судов, классифицируемых как закрытые (при  $L \leq 7$  м  $F = 300$  мм;  $L \geq 18$  м  $F = 750$  мм) и открытые (при  $L \leq 7$  м  $F = 400$  мм;  $L \geq 18$  м  $F = 800$  мм), для промежуточных  $L$  применяется линейная интерполяция. При этом высота борта не зависит от категории судна, а для судов суммарной грузоподъемностью более 1000 кг предписывается использовать стандарты ISO [4,5] или ICLL [3]. Высота комингсов палубных люков, открытых в море — 300 мм.

На сегодняшний день наиболее подробная и тщательно продуманная система нормирования параметров малых судов предусмотрена в стандартах ISO Small Craft [4,5]. Указанные стандарты применяются в странах Евросоюза для прогулочных судов, а также в ряде стран для малых судов другого назначения. К сожалению, в практике российских КО использование этих четко сформулированных и хорошо себя зарекомендовавших стандартов пока не находит должного понимания. В зависимости

от категории судна, наличия палубы, блоков плавучести и некоторых других факторов высота заливания по ISO может составлять  $h_d = L_H / (10-24)$ . Применяются дополнительные ограничения, например, для категории С (разрешенная высота волны  $h_{1/3} = 2,0$  м) высота заливания должна всегда быть  $h_d \geq 0,3$  м, но при этом  $h_d \leq 0,75$  м. Для категории В ( $h_{1/3} = 4,0$  м)  $h_d \leq 0,4$  м, но не менее  $L_H / 17$ . Высота комингсов люков не устанавливается (из-за ограниченности пространства на малых судах, люки как правило выполняются заподлицо с палубой), а высота комингсов дверей определяется стандартом ISO11812 и составляет от 50 до 200 мм для моторных судов. Параметры остекления и закрытий определяются стандартом ISO12216.

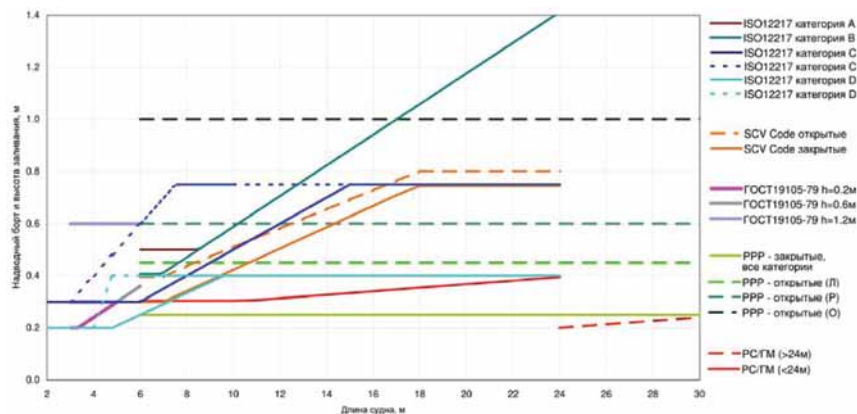


Рис. 2. Зависимость высоты надводного борта и высоты заливания от длины малых судов по требованиям различных правил

Необходимо также рассмотреть правила для крупных судов, иногда применяемые в малом судостроении. Правила РС/ГМ [18] основаны на требованиях конвенции о грузовой марке ICLL [3] и для судов  $L < 24$  м длиной предписывают минимальный надводный борт  $F = 306 - 400$  мм в зависимости от  $L$ . Предписанная высота комингсов — 230, 300, 380 мм для судов ограниченных категорий R2 и R3; при этом недостаток



Рис. 3. Катер пр. SM16 на выставке NAVDEX2013 (проект «AMD», сертификация IRS). Хорошо видны люки МО, выполненные без комингсов. Наличие комингсов на судах подобного размера приводит к риску травматизма и невозможно эффективно использовать площадь палубы

высоты комингсов прибавляется к требуемому надводному борту.

Основная проблема заключается в том, что [3,18] относятся к архитектурному типу судов с верхней водонепроницаемой палубой и находящимися на ней надстройками и ящиками, соответствующими требованиями к непроницаемости, например, в части закрытий, высоты фальшбортов и лееров, штормовых крышек остекления и т. д. Такая архитектура для большинства современных малых судов не типична. Если в зарубежной практике есть возможность выбора (например, ISO [4], SCV Code [9] и др.), то при работе с РС возникает сложность формализации указанных требований применительно к малому судну, где, например, рубка или надстройка не имеет

под собой водонепроницаемой палубы, и при этом формально не попадает под определение надстройки — в части закрытий. Кроме того, следует обратить внимание на скачкообразное изменение требований: согласно РС/ГМ [18] судно длиной  $L = 23,9$  м должно иметь надводный борт  $F = 400$  мм, а такое же судно длиной  $L = 24,0$  — всего  $F = 200$  мм.

При проектировании малых быстроходных судов находит применение международный кодекс HSC Code [2]. Хотя изначально этот документ относится только к высокоскоростным пассажирским судам и непассажирским судам вместимостью более 500, большинство КО используют его требования частично и для судов меньших размеров. HSC Code не предъявляет прямых требований к надводному борту, который нормируется косвенно при оценке остойчивости судна. В то же время правила для высокоскоростных судов РС/ВСС [16], основанные на указанном кодексе, предъявляют дополнительное требование к запасу плавучести, который должен составлять не менее 100% полного водоизмещения, что влияет на высоту надводного борта.

Требования Речного Регистра [19] к высоте надводного борта для судов

длиной до 30 м зависят только от допускаемой высоты волны и не зависят от длины судна (хотя при этом покрывают значительный диапазон длин); для малых судов это существенно отличает РРР от других правил.

Систематизированные данные по зависимости высоты надводного борта от длины судна  $F = f(L)$  представлены на рис. 2. Отметим, что требования ISO [4,5] относятся к высоте заливания, а [3,18] — к надводному борту судна, который для сопоставимости должен быть увеличен на высоту комингсов. Существенный разброс данных на рис. 2 говорит об отсутствии единого научно обоснованного подхода к нормированию надводного борта, даже подчас в рамках одного классификационного общества. В то же время характерно совпадение трендов правил, предназначенных специально для малых судов — ГОСТ, ISO и SCV Code.

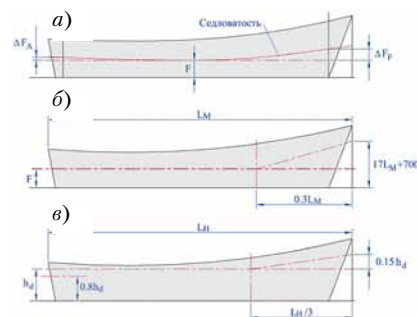


Рис. 4. Схемы распределения  $F$  и  $h_d$  по длине судна: а — Правила РС/ГМ [18] к судну со стандартной седловатостью и требуемым увеличением высоты борта в носу и в корме; б — Правила NBS [7] для закрытых судов; в — Стандарт ISO12217-3 [5] для открытых судов, показано допустимое снижение высоты заливания в корме

## ПОДХОДЫ К НОРМИРОВАНИЮ НАДВОДНОГО БОРТА

Анализируя современные и действовавшие ранее нормативные документы, можно утверждать, что при назначении надводного борта (или высоты заливания) судов применяются следующие подходы:

1. Надводный борт назначают, исходя из допустимой высоты волны  $h_{3\%}$ , которая определяет контур заливаемости судна на волнении. При этом для малых судов высота надводного борта обычно составляет  $F = (0,5-0,6)h_{3\%}$ .

2. Надводный борт назначается исходя из длины судна  $L$ , которая определяет характер взаимодействия судна с волнением. Этот подход применяется в правилах для малых судов NBS [7], и ISO [4,5], а также в Правилах о грузовой марке [18]. При этом для малых судов высота борта составляет  $F = (0,04-0,10)L$  и зависит также

от конструктивного типа и категории судна.

3. Надводный борт назначают из условия отсутствия заливания судна при крене и бортовой качке, т. е. зависит от ширины судна  $B$ . Так, в ряде правил применяется критерий  $F \geq 0,2B$ , что соответствует минимальному углу заливания  $\theta_d = 12^\circ$ .

4. Надводный борт назначают исходя из обеспечения запаса плавучести надводной части корпуса. Обычно, требуемый запас составляет 70–130 % (в зависимости от типа судна) от водоизмещения с полной нагрузкой.

5. Надводный борт определяют косвенно, исходя из обеспечения остойчивости судна в неповрежденном или поврежденном состоянии.

6. Надводный борт назначают из условия прочности корпуса. Для малых судов, как правило, имеющих относительно высокий борт  $D/L$ , данный подход представляется неактуальным, за редким исключением.

В рамках одного и того же нормативного документа могут использоваться несколько из названных подходов.

крытие» к малым судам зачастую приводит к генерированию неадекватных требований в части расчетов остойчивости и средств осушения, не соответствующим практике малого судостроения и часто наоборот, приводящим к снижению безопасности.

Как правило, на малых судах не применяются какие-либо штормовые крышки и прочие непрактичные для них решения, требуемые РС/ГМ и ICLL [3,18], чтобы признать надстройку или рубку водонепроницаемой. Вместо этого, остекление малых судов проектируется равнопрочным конструкции рубки, например по стандарту ISO12216, в том числе и с учетом приклейки стекол.

На малых судах палубные люки, включая люки машинного отделения, часто выполняются заподлицо с палубой — это оправдано как ввиду ограниченности пространства на судне, так и для снижения травматизма. Такой подход предполагает использование избыточного надводного борта или понятия «высоты заливания». Конструкция без комингсов не встречает понимания у инспекторов РС, но, несмотря на это, ши-

## ОСОБЕННОСТИ МАЛЫХ СУДОВ

На рис. 5 представлены статистические данные о малых судах современных архитектурных типов, а также показаны минимальные требования к надводному борту ряда нормативных документов. Очевидно, что линия, соответствующая ISO12217–1 [4] условно очерчивает нижнюю границу разброса значений. Линия, соответствующая РС/ГМ [18], даже при добавлении высоты комингсов не отражает реальность, это объясняется тем, что эти правила не предназначены для рассматриваемых судов.

Очевидно также, что катамараны имеют надводный борт выше, чем однокорпусные суда. Это неудивительно, если учесть, что выбор параметров тоннеля (а именно — вертикального клиренса) аналогичен выбору минимального надводного борта судна [14], а главная палуба и надстройки катамаранов находятся выше уровня тоннеля.

При выборе высоты надводного борта малых судов, учитываются такие факторы, как наличие запаса плавучести в виде воздушных ящиков или вспененных блоков, надувного борта, самоотливных кокпитов и т. д. — все эти факторы достоверно учтены в стандартах ISO12217.

Как правило, многие малые суда движутся с высокими относительными скоростями, вызывающими появление ходового дифферента, что приводит к росту динамического надводного борта в носовой оконечности на величину, пропорциональную  $L \sin \varphi$ , где  $\varphi$  — угол ходового дифферента, составляющий  $2-4^\circ$  и в районе горба сопротивления — до  $6-8^\circ$ .

Необходимо заметить, что надводный борт, выбранный в соответствии со стандартами, вовсе не гарантирует

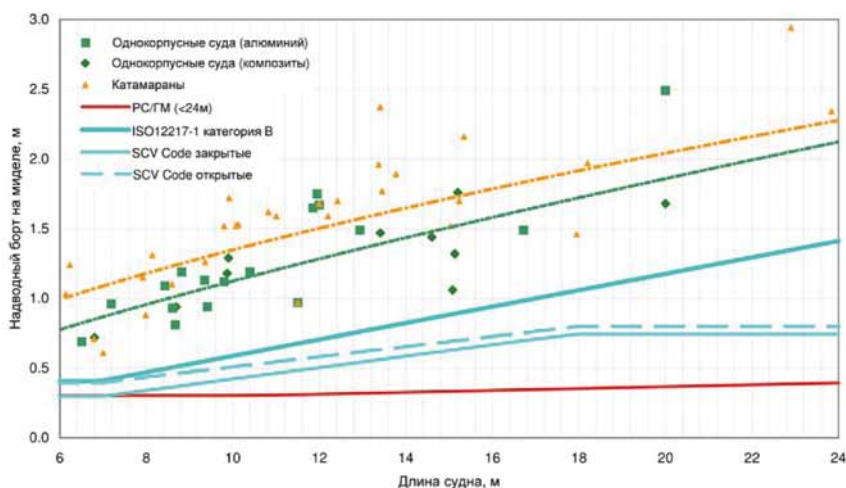


Рис. 5. Статистические данные по надводному борту малых судов (проекты «AMD») в сравнении с требованиями нормативных документов

## СЕДЛОВАТОСТЬ, НАДСТРОЙКИ, ЗАКРЫТИЯ И ОСТЕКЛЕНИЕ

Как уже отмечалось, учет седловатости и надстроек в соответствии с [18] на практике вызывает сложности для малых судов. Это связано с трудностями формализации классического понятия «седловатость» и «надстройка» применительно к современным малым судам с весьма разнообразными формами линии борта и водонепроницаемого контура палубы, и отличиями принятых в малом судостроении понятий водонепроницаемости и средств ее обеспечения от таковых в правилах о грузовой марке [18]. Более того, применение «регистраемых» понятий «верхняя водонепроницаемая палуба» и «непроницаемое за-

роко используется в мировой практике. Непроницаемость люков обеспечивается путем сочетания запирающих механизмов, уплотнителей и дренажных каналов. Заметим, что такая конструкция допускается как стандартами ISO, так и правилами GL [8] и SCV Code [9] для люков, которые не должны быть постоянно открыты в море.

В соответствии с современным подходом ISO, поправки на седловатость и надстройки к надводному борту малых судов не применяются. Вместо этого, требуется увеличение высоты борта на 15% в носовой трети корпуса, а также и допускается понижение на 20% в корме в месте установки подвесного мотора для судов некоторых типов, в основном для открытых (рис. 4).

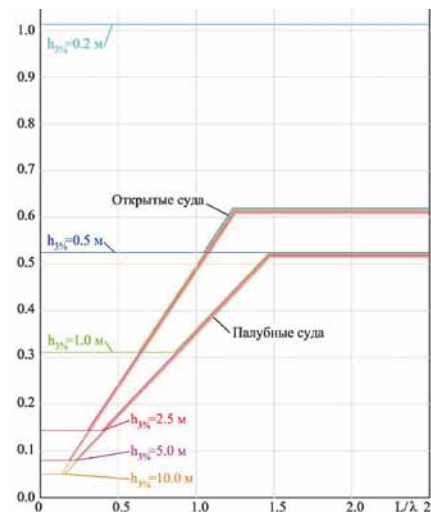


Рис. 6. Предлагаемая диаграмма для нормирования высоты надводного борта судов по известным  $h_{3\%}$  и  $L$ ; длина волны принята  $\lambda = 10h_{3\%}$

малое судно от заливания, особенно при движении с высокими скоростями. В [6,10] автором и коллегами приводятся некоторые результаты испытаний радиоуправляемых моделей на волнении, с симуляцией потери управляемости и завывания при движении на высоких скоростях на встречной и попутной волне. Таким образом, большое значение имеет безопасная практика управления, и окончательное решение о выборе режимов движения остается за судоводителем.

### ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СУДНА С ВОЛНЕНИЕМ

Опыт эксплуатации судов [2,11] и результаты имитационного моделирования показывают, что существует принципиальное различие в механизме взаимодействия больших и малых судов с волнением. Известно, что при длине волны  $\lambda$  меньшей длины судна  $L$  суда всходят на волну ( $L \ll \lambda$ ). Этот механизм характерен для малых судов и для морских судов, рассчитанных на суровые условия эксплуатации (большие  $h_{3\%}$ ). В то же время у судов, на длине которых укладывается несколько длин волн ( $L \gg \lambda$ ) килевая качка практически отсутствует и может происходить захлестывание судна гребнями волн, что характерно для крупных низкорбортных судов, особенно речных. Очевидно, что нормирование надводного борта должно выполняться с учетом отмеченных особенностей.

### ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ПОДХОДЫ К НОРМИРОВАНИЮ

В работе [10,13] автором впервые предложена диаграмма, разработанная на основе анализа правил которая в несколько доработанном виде представлена на рис. 6; обобщение диаграм-

мы приведено ниже в виде формул и диапазонов. Диаграмма связывает величину  $F/h_{3\%}$  с  $L/\lambda$ , где  $h_{3\%}$  — допустимая высота волны,  $\lambda$  — длина волны, соответствующая  $h_{3\%}$ ; в расчете принята крутизна  $h/\lambda = 10$ , что отвечает параметрам волнения в прибрежных и внутренних акваториях. На диаграмме можно выделить три диапазона:

- диапазон  $L \ll \lambda$ , где надводный  $F_1$  борт устанавливается директивно из практических соображений;  $F_1/h_{3\%} \geq 0,307h_{3\%}^{-0,802}$ . К числу таких соображений относится, например, волна от проходящего судна, крен судна при перемещении людей, а также незаливаемость судна на волне меньшей длины и т. д.;
- диапазон  $L = (0,2-1,5)\lambda$ , где надводный борт назначается от длины и конструктивного типа судна  $F_2 = f(L)$ ;  $F_2 = L/k$ ; где  $k$  — коэффициент, принимаемый 10–24 (в зависимости от типа судна);
- диапазон  $L \gg \lambda$ , где надводный борт назначается только исходя из допустимой высоты волны  $F_3 = f(h_{3\%})$ ; рекомендуется принимать  $F_3 = 0,5h_{3\%}$  для закрытых и  $F_3 = 0,6h_{3\%}$  для открытых судов.
- в любом случае, надводный борт должен быть не менее 0,2 м.

Предлагаемый подход позволяет систематизировать требования к надводному борту, и удобен тем, что практически полностью учитывает требования ISO и специфику поведения малых судов на волнении.

### ВЫВОДЫ

Установлено, что для малых судов масштаб взаимодействия со стихией отличается от такового для крупных судов, что требует иных подходов к назначению высоты надводного борта.

Требования PPP [19] к надводному борту неадекватно отражают специфику малых судов, в характерном

для них диапазоне длин волн  $L/\lambda$ . По большому счету, такой подход применим только для судов значительной длины  $L \gg \lambda$ , что справедливо для крупных судов, но не для малых.

Требования РС/ГМ [18] в части надводного борта также недостаточно достоверно отражают закономерности изменения характеристик малых судов, и главное подразумевают формализованный подход к оценке архитектуры и водонепроницаемого контура судов, в который современные малые суда не вписываются.

При разработке правил часто ставится задача обеспечения преемственности с действовавшими ранее документами. Однако говорить об обеспечении преемственности вновь разрабатываемых правил для малых судов с имеющимися правилами РС и PPP некорректно, поскольку изначально эти правила не предназначены для судов рассматриваемого типа и размера (рис. 7).

Сложность формализации требований Правил РС к малым судам в части надводного борта, закрытый и остекления приводит к предъявлению неадекватных и подчас абсурдных требований. В частности, к этому характеру ввиду «проницаемости» остекления и двери инспектором БФ РС было предъявлено требование установить шпигаты для удаления воды из рубки-салона, что, очевидно, наоборот повышает вероятность заливания и на судах подобного размера и компоновки никогда не применяется.

При разработке правил для малых судов предлагается использовать подходы современных стандартов ISO и SCV Code, наиболее достоверно отражающие специфику малых судов. Заметим, что это уже частично сдела-



Рис. 7. 10-метровый катер проекта «Patrol 1000»

но в имеющихся правилах РС/МПС [17], однако не обошлось без сомнительных «скрещиваний» «малых» правил с «большими».

Как альтернативный вариант, может быть применена диаграммы типа приведенных на рис. 6, для назначения высоты надводного борта  $F$  малых судов при известных  $h_{3\%}$ ,  $L$ .

К разработке нормативных документов необходимо привлекать практикующих специалистов малого судостроения, имеющих опыт применения правил (в том числе, и современных зарубежных) к конкретным проектам, и имеющих базу — ранее разработанные проекты, программное обеспечение, задел опытно-конструкторских работ — для проверки вновь предлагаемых подходов. К чему приводит разработка правил силами разработчиков без соответствующего опыта, видно на примере Технического регламента по малым судам [20], который, например, в части остойчивости и непотопляемости полностью непригоден для использования — отличный пример пагубности такого подхода.

В любом случае, автор надеется, что приведенный в статье систематизированный обзор окажется полезным

как разработчикам правил, так и представителям КО для формулирования политики в области малых судов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Coles A.K. Heavy Weather Sailing. — Science Press, John De. Graff, Inc. — New York, 1975.
2. International Code of Safety for High Speed Craft (2000 HSC Code) — IMO, 2008 Edition.
3. International Convention on Load Lines. IMO, 1966/2003.
4. ISO12217-1 — Small Craft — Stability and Buoyancy Assessment and Categorization. International Standards Organization, 2012.
5. ISO12217-3 — Small Craft — Stability and Buoyancy Assessment and Categorization. International Standards Organization, 2012.
6. Nazarov A., Suebyiw P., Leeprasert A., Piamalung A., Surasorn M. Small Patrol Boats. — Design for Self-Righting, Damaged Ship II Conference, RINA, Jan 30–31, 2013, London, UK.
7. Nordic Boats Standard. — Det Norske Veritas Classification, NBS 1990.
8. Rules for Classification and Construction of High Speed Craft. — German Lloyd, 2012.
9. Small Vessels in Commercial Use for Sport or Pleasure, Workboats and Pilot Boats — Alternative Construction Standards. MSN 280 —SCV Code — Maritime Coastguard Agency, UK.
10. Suebyiw P., Piamalung A., Surasorn M., Wongkitrungrueng W., Nazarov A. Application of Radio-Controlled Model Testing for Design of High Speed Craft. — China International Boat Show & High Performance Marine Vessels Conference (HPMV 2013), Shanghai — E01—1-9
11. Van Dorn W. G. Oceanography and Seamanship. — Dodd, Mead & Co., New York, 1974.
12. ГОСТ 19105—79. «Суда прогулочные гребные и моторные. Типы, основные параметры и технические требования».
13. Назаров А.Г. К вопросу о нормировании высоты надводного борта малых судов//Судовождение: Сб. науч. тр./Одесская нац. морская академия. — Вып. 8. — Одесса: ФЕНИКС, 2004. с. 77—81.
14. Он же. Особенности проектирования малых катамаранов прогулочного, коммерческого и специального назначения// Судостроение. —2011. — № 4 (797). — С. 12—17.
15. Он же. Совершенствование мореходных качеств и повышение безопасности малых судов//Судоходство — 2004. № 4—6. — С. 30—31.
16. Правила классификации и постройки высокоскоростных судов. Российский Морской Регистр судоходства, 2008.
17. Правила классификации и постройки малых прогулочных судов /Российский Морской Регистр судоходства, 2009.
18. Правила о грузовой марке морских судов /Российский Морской Регистр судоходства, 2010.
19. Правила Речного Регистра России, т. 1—4, 2010.
20. Технический регламент о безопасности маломерных судов. ТР ТС 026/2012. ■

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

**WWW.AMDESIGN.CO.TH**

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

Certified by: Members of:



**В** состав судовой аппаратуры управления посадкой беспилотного летательного аппарата (БПЛА) входит размещенная на судне кран-балка, на которой расположено захватное устройство [1]. Достоинства рассматриваемой судовой системы посадки БПЛА – в том, что она позволяет вынести захватное приспособление за контур судна, тем самым уменьшив вероятность его повреждения при несостоявшемся сцеплении БПЛА с посадочным устройством.

Перспективным вариантом обеспечения точного приведения БПЛА к захватному устройству является прогнозирование его положения в момент сцепления с БПЛА. Для случая, когда на судне имеется навигационная система, измеряющая все параметры колебательного и поступательного движения судна, определяется текущее положение захватного приспособления и изменение его во времени.

Учитывая то, что на многих гражданских судах отсутствует точная навигационная система, определяющая параметры качки судна, представляет интерес возможность измерения параметров бортовой качки судна при помощи микромеханических акселерометров, установленных на захватном приспособлении кран-балки.

**Постановка задачи.** Рассмотрим судовое посадочное устройство БПЛА в виде кран-балки, на которой крепится захватное устройство [1, 2]. В условиях качки судна наведение БПЛА осуществляется в точку пространства, соответствующую прогнозируемому положению захватного устройства в момент сцепления. При этом происходит смещение положения захватного устройства в вертикальной, боковой и продольной плоскостях и поворот вокруг трех ортогональных осей [3].

Схема размещения на судне кран-балки, захватного приспособления и приборного блока, содержащего датчики ускорения, показана на рис. 1 [1, 4].

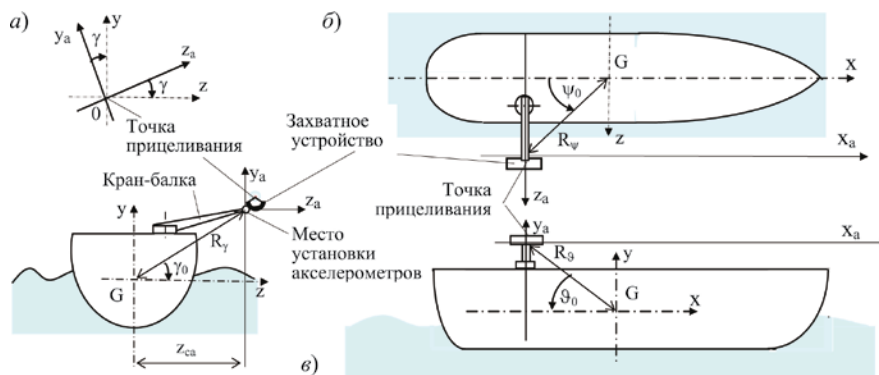
Кран-балка жестко связана с корпусом судна, вследствие чего положение захватного устройства в системе координат, связанной с судном, остается неизменным в процессе захода БПЛА на посадку.

Для прогнозирования положения захватного устройства в неподвижной в пространстве системе координат используются показания микромеханических датчиков ускорения, расположенных на кран-балке.

Основная причина качки судна – морское волнение. Составляющие колебательного движения судна называются его *степенями свободы*. Судно обладает шестью степенями свободы [3]. В общем

# ОЦЕНКА КОЛЕБАНИЙ ПОСАДОЧНОГО УСТРОЙСТВА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА В УСЛОВИЯХ КАЧКИ СУДНА

**С.Н. Шаров**, д-р техн. наук, проф., гл. научный сотрудник,  
**С.Г. Толмачев**, канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник,  
**В.В. Соловьева**, вед. инженер, ОАО «Концерн «Гранит-Электрон»,  
 контакт. тел. (812) 578 98 23



**Рис. 1. Схема размещения на судне кран-балки, захватного устройства и приборного блока, содержащего датчики ускорения: а – на поперечном сечении; б – на палубе; в – продольном сечении корпуса судна**

случае качка судна представляет сложный динамический процесс, который можно рассматривать как совокупность колебаний по каждой степени свободы. Ось  $x$  параллельна продольной плоскости судна и направлена в сторону его движения,  $y$  – вертикальная ось, а  $z$  – ось перпендикулярна продольной плоскости судна. Нулевая точка системы координат соответствует положению акселерометров при отсутствии качки судна.

При анализе поведения судна в условиях волнения оно рассматривается как динамическая система, входным сигналом для которой является волновое воздействие, а выходным – параметры качки. Преобразование воздействий волн в параметры основных видов качки описывается уравнениями устойчивой колебательной системы. Если кратковременное возмущение выводит эту систему из равновесия, то после его прекращения в ней возникают затухающие колебания, называемые собственными колебаниями системы.

## АНАЛИЗ КИНЕМАТИКИ ДВИЖЕНИЯ ЗАХВАТНОГО УСТРОЙСТВА ПРИ БОРТОВОЙ КАЧКЕ

Для математического описания бортовых колебательных движений судна на водной поверхности используют две декартовы системы координат [3]. В первой системе координат определяют колебания судна и водной поверхности по отношению к установившемуся по-

ступательному движению в горизонтальной плоскости. «Горизонтальная» плоскость этой скользящей системы всегда совпадает с невозмущенной свободной поверхностью воды, одна ось направлена вертикально вниз, а другая ориентирована в направлении вектора скорости прямолинейного движения судна в горизонтальной плоскости. Вторая система координат жестко связана с корпусом судна, начало этой системы координат находится в центре тяжести судна  $G$ . Продольная плоскость этой системы координат совпадает с диаметральной плоскостью (ДП) судна, вертикальная ось направлена вниз, продольная ось – к носу, а поперечная ось – на правый борт.

Для определения взаимного расположения этих систем координат в произвольный момент времени используют систему эйлеровых углов, в которой угол  $\gamma$  определяет наклонения судна относительно центральной продольной оси, проходящей точку  $G$  и параллельной  $Gx$ , угол  $\psi$  – вращение относительно центральной вертикальной оси. Угол  $\varphi$  определяет наклонения относительно линии, образованной пересечением двух плоскостей, проходящих через центр тяжести судна: одна из них горизонтальна а другая параллельна плоскости шпангоутов (плоскости  $Gyz$ ).

Положительными направлениями отсчета углов считаются: для  $\gamma$  – на правый борт, для  $\varphi$  – на корму, для  $\psi$  – против часовой стрелки.

В случае, когда два других эйлера угла равны нулю, угол  $\gamma$  определяет чисто бортовую качку, угол  $\vartheta$  – килевую качку,  $\psi$  – рыскание. Формулы перехода от первой системы координат к системе координат, жестко связанной с корпусом судна, приведены в [5].

Для упрощения математических преобразований воспользуемся системой координат, приведенной на рис. 1. Для примера рассмотрим связь бортовой качки как одной из составляющих многокомпонентной качки.

Зависимости смещения блока акселерометров по осям  $z_a$  и  $y_a$  от угла бортовой качки  $\gamma$  определяются следующими соотношениями:

$$\begin{aligned} z_a(\gamma) &= R_\gamma (\cos(\gamma_0 + \gamma) - \cos\gamma_0); \\ y_a(\gamma) &= R_\gamma (\sin\gamma_0 - \sin(\gamma_0 + \gamma)), \end{aligned} \quad (1)$$

где  $\gamma$  – текущий угол крена судна;  $R_\gamma$  – расстояние от блока акселерометров до оси бортовой качки судна;  $\gamma_0$  – начальный установочный угол блока акселерометров, соответствующий положению судна без качки.

Для точки прицеливания в формуле (1) в общем случае необходимо вместо расстояния  $R_\gamma$  использовать  $R_{тн}$ , а вместо угла  $\gamma_0 - \gamma_{0тн}$ , соответствующие конструктивному положению точки прицеливания. Размеры  $\Delta z_{тн}$  и  $\Delta y_{тн}$ , разница координат акселерометров и точки прицеливания, определяются относительно места крепления акселерометров на кран-балке:

$$\begin{aligned} R_{тн} &= \sqrt{(R_\gamma \sin\gamma_0 + \Delta y_{тн})^2 + (R_\gamma \cos\gamma_0 + \Delta z_{тн})^2}; \\ \gamma_{0тн} &= \arctg \frac{R_\gamma \sin\gamma_0 + \Delta y_{тн}}{R_\gamma \cos\gamma_0 + \Delta z_{тн}}. \end{aligned}$$

Определим связь между показаниями акселерометров и смещением точки прицеливания при наличии только бортовой качки судна. Примем расчетные соотношения для текущих значений угла  $\gamma(t)$ , угловой скорости  $\dot{\gamma}(t)$  и углового ускорения  $\ddot{\gamma}(t)$  бортовой качки:  $\gamma(t) = \gamma_0 + \gamma_m \sin(\omega t)$   $\dot{\gamma}(t) = \lambda_m \omega \cos(\omega t)$ ;  $\ddot{\gamma}(t) = -\gamma_m \omega^2 \sin(\omega t) = -\gamma(t)\gamma^2$ , (2) где  $\gamma_m$  – амплитуда качки;  $\omega_\gamma = 2\pi/T_\gamma$  – круговая частота качки;  $T_\gamma$  – период качки.

Расчетные соотношения для линейной скорости и ускорения координат точки крепления акселерометров определяются как

$$\begin{aligned} \dot{z}(t) &= R_a \sin(\gamma_0 + \gamma(t))\dot{\gamma}(t); \\ \dot{y}(t) &= R_a \cos(\gamma_0 + \gamma(t))\dot{\gamma}(t), \\ \ddot{y}(t) &= R(-\cos(\gamma_0 - \gamma(t))\dot{\gamma}^2(t) + \sin(\gamma_0 - \gamma(t))\ddot{\gamma}(t)); \\ \ddot{z}(t) &= R(\sin(\gamma_0 - \gamma(t))\dot{\gamma}^2(t) + \cos(\gamma_0 - \gamma(t))\ddot{\gamma}(t)). \end{aligned} \quad (3)$$

Ускорения  $\ddot{y}_a(\theta)$ ,  $\ddot{z}_a(\theta)$ , измеряемые акселерометрами, расположенными по ортогональным осям  $Gy$ ,  $Gz$ , определяются из соотношений

$$\begin{aligned} \ddot{y}_a(t) &= \ddot{y}(t)\cos\gamma + \dot{z}(t)\sin\gamma; \\ \ddot{z}_a(t) &= \dot{z}(t)\cos\gamma - \ddot{y}(t)\sin\gamma. \end{aligned}$$

Тогда можно найти зависимость ускорений, измеряемых акселерометрами от угловой скорости и ускорения качки:

$$\begin{aligned} \ddot{y}_a(t) &= R(-\dot{\gamma}(t)^2 \cos\gamma_0 + \ddot{\gamma}(t)\sin\gamma_0); \\ \ddot{z}_a(t) &= R(\dot{\gamma}(t)^2 \sin\gamma_0 + \ddot{\gamma}(t)\cos\gamma_0). \end{aligned} \quad (4)$$

Подставив выражения углового ускорения (2) в (3), получим следующие зависимости:

$$\begin{aligned} \ddot{y}_a(t) &= -R\omega^2 \gamma_m (0,5\gamma_m \cos\gamma_0 + \\ &+ \sin\gamma_0 \sin(\omega t) + 0,5\gamma_m \cos\gamma_0 \cos(2\omega t)); \\ \ddot{z}_a(t) &= R\omega^2 \gamma_m (0,5\gamma_m \sin\gamma_0 - \\ &- \cos\gamma_0 \sin(\omega t) + 0,5\gamma_m \sin\gamma_0 \cos(2\omega t)). \end{aligned} \quad (5)$$

Умножив выражение (4) на  $\sin\gamma_0$ , а выражение (5) на  $\cos\gamma_0$  и сложив их, получим зависимость текущего значения угла бортовой качки от текущих показаний акселерометров:

$$\gamma(t) = -(\ddot{y}_a(t)\sin\gamma_0 + \ddot{z}_a(t)\cos\gamma_0)/R\omega^2. \quad (6)$$

Таким образом, угол  $\gamma(t)$  однозначно определяется значениями линейных ускорений, измеряемых акселерометрами, расположенными по ортогональным осям кран-балки  $Gy$ ,  $Gz$ .

Для вычисления угла крена судна  $\gamma(t)$  по формуле (6) необходимо знать значения начального установочного угла кран балки  $\theta_0$  и расстояние  $R_\gamma$ . Эти параметры зависят от текущего положения центра тяжести судна  $G$ . Значение угла  $\theta_0$  может быть определено косвенным способом по показаниям акселерометров, измеряющих параметры свободных бортовых колебаний судна на тихой воде.

В условиях бортовой качки максимальные абсолютные значения измеряемых ускорений  $\ddot{y}_{a\max} = \ddot{y}_a(t)$ ,  $\ddot{z}_{a\max} = \ddot{z}_a(t)$  достигаются при максимальных значениях угла крена  $\gamma(t) = \gamma_m$ , т.е. при значениях аргумента функции (2)  $\omega t = \pi/2 + \pi n$ . Подставив соответствующие значения функций  $\sin(\omega t) = 1$ ,  $\cos(2\omega t) = 0$  в (4) и (5) получим

$$\begin{aligned} \ddot{y}_{a\max} &= -R\omega^2 \gamma_m \sin\gamma_0; \\ \ddot{z}_{a\max} &= -R\omega^2 \gamma_m \cos\gamma_0. \end{aligned}$$

Тогда значение начального установочного угла кран балки  $\theta_0$ :

$$\gamma_0 = \arctg(\ddot{y}_{a\max} / \ddot{z}_{a\max}). \quad (7)$$

Для вычисления значения  $R_a$  необходимо знать конструктивный размер  $z_{ca}$  – смещение блока акселерометров на кран-балке относительно ДП судна, тогда

$$L = z_{ca} / \cos\gamma_0. \quad (8)$$

Если колебания судна обусловлены только бортовой качкой, период колебаний  $T$  измеряется интервалом времени между моментами достижения показаний акселерометров максимальных значений  $\ddot{z}_{a\max}$ . Соответственно определяется круговая частота качки  $\omega = 2\pi/T$ . В более общем случае необходимо путем

обработки показаний акселерометров за время не менее  $(3-10)T$  выделить основную гармонику бортовой качки.

## СМЕЩЕНИЯ ЗАХВАТНОГО УСТРОЙСТВА ПРИ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ РЕГУЛЯРНОЙ КАЧКЕ

В общем случае при регулярной качке колебания судна содержат следующие составляющие [3]:

$$\left. \begin{aligned} &\text{бортовая качка } \gamma_{кч} = \gamma_m \sin(\omega_\gamma t + \varphi_\gamma), \\ &\text{килевая качка } \vartheta_{кч} = \vartheta_m \sin(\omega_\vartheta t + \varphi_\vartheta), \\ &\text{колебания рыскания судна} \\ &\psi_{кч} = \psi_m \sin(\omega_\psi t + \varphi_\psi), \\ &\text{вертикальные колебания центра} \\ &\text{масс судна } h_{кч} = h_m \sin(\omega_h t + \varphi_h), \\ &\text{боковые колебания судна} \\ &z_{кч} = z_m \sin(\omega_z t + \varphi_z), \\ &\text{продольные колебания скорости} \\ &\text{судна } V_{кч} = \Delta V_m \sin(\omega_v t + \varphi_v), \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

где  $\gamma_m$ ,  $\vartheta_m$ ,  $\psi_m$ ,  $h_m$ ,  $z_m$ ,  $\Delta V_m$  – амплитуды угловых и линейных колебаний судна;  $\Delta V_m$  – амплитуда колебаний скорости движения судна;  $\omega_\gamma$ ,  $\omega_\vartheta$ ,  $\omega_\psi$ ,  $\omega_h$ ,  $\omega_z$ ,  $\omega_v$  – частоты колебаний;  $\varphi_\gamma$ ,  $\varphi_\vartheta$ ,  $\varphi_\psi$ ,  $\varphi_h$ ,  $\varphi_z$ ,  $\varphi_v$  – фазовые углы, соответствующие начальному моменту времени  $t_0$  наблюдения колебаний.

Захватное приспособление (точка прицеливания БПЛА) колеблется относительно своего статического (без качки и хода судна) положения в горизонтальной  $Z_{кч}(t)$ , вертикальной  $Y_{кч}(t)$  и продольной  $X_{кч}(t)$  плоскостях под действием качки судна.

$$\left. \begin{aligned} Z_{кч}(t) &= R_\gamma (\cos\gamma_0 - \cos(\gamma_0 - \gamma(\omega_\gamma t + \varphi_\gamma))) + R_\psi (\cos\psi_0 - \cos(\psi_0 + \psi(\omega_\psi t + \varphi_\psi))) + z_m \sin(\omega_z t + \varphi_z); \\ Y_{кч}(t) &= R_\gamma (\sin\gamma_0 - \sin(\gamma_0 - \gamma(\omega_\gamma t + \varphi_\gamma))) + R_\vartheta (\sin\vartheta_0 - \sin(\vartheta_0 + \vartheta(\omega_\vartheta t + \varphi_\vartheta))) + h_m \sin(\omega_h t + \varphi_h); \\ X_{кч}(t) &= R_\psi (\sin\psi_0 - \sin(\psi_0 + \psi(\omega_\psi t + \varphi_\psi))) + \int_0^t \Delta V_m \sin(\omega_v t + \varphi_v, t=0) dt, \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

где  $R_\gamma$ ,  $R_\psi$ ,  $R_\vartheta$  – расстояния точки прицеливания до осей колебаний судна соответствующие радиусам колебаний по углам  $\gamma$ ,  $\vartheta$ ,  $\psi$ ;  $\gamma_0$ ,  $\vartheta_0$ ,  $\psi_0$  – углы наклона  $R_\gamma$ ,  $R_\psi$ ,  $R_\vartheta$  при отсутствии качки;  $h_m$ ,  $z_m$  – амплитуды гармонических колебаний точки прицеливания посадочного устройства в горизонтальной и вертикальной плоскостях;  $R_\gamma$ ,  $R_\psi$ ,  $R_\vartheta$ ,  $\gamma_0$ ,  $\vartheta_0$ ,  $\psi_0$  – постоянные величины, определяемые конструкцией судна, его текущей загрузкой и расположением на нем кран-балки.

Особенностью (10) является нелинейная зависимость смещения захватного устройства по осям  $x$ ,  $y$ ,  $z$ .

Если навигационная система судна обеспечивает в текущем времени измерения переменных параметров качки судна (значения амплитуды, частоты и фазы каждой из гармоник (9)), а значения постоянных конструктивных параметров судна  $R_\gamma$ ,  $R_\psi$ ,  $R_\vartheta$ ,  $\gamma_0$ ,  $\vartheta_0$ ,  $\psi_0$  известны, то соотношения (10) определяют смещение захватного устройства  $X_{кч}(t)$ ,

$Y_{\text{кч}}(t)$  и  $Z_{\text{кч}}(t)$  в вертикальной, горизонтальной и продольной плоскостях.

Таким образом, для принятой гипотезы смещение захватного устройства  $Z_{\text{кч}}(t)$  и  $Y_{\text{кч}}(t)$  в условиях регулярной качки определяется суммой трех гармонических составляющих.

Воспользуемся соотношением (6) для определения угловых параметров качки по показаниям трех акселерометров, ортогонально расположенных на кран-балке около захватного устройства:

$$\begin{aligned} \gamma(t) &= -(\ddot{y}_{a\gamma}(t)\sin\gamma_0 + \ddot{z}_{a\gamma}(t)\cos\gamma_0) / R_{\gamma}\omega_{\gamma}^2; \\ \vartheta(t) &= -(\ddot{y}_{a\vartheta}(t)\sin\vartheta_0 + \ddot{z}_{a\vartheta}(t)\cos\vartheta_0) / R_{\vartheta}\omega_{\vartheta}^2; \quad (11) \\ \psi(t) &= -(\ddot{x}_{a\psi}(t)\sin\psi_0 + \ddot{z}_{a\psi}(t)\cos\psi_0) / R_{\psi}\omega_{\psi}^2. \end{aligned}$$

Соотношениями (11) удобно пользоваться в тех случаях, когда одна из компонент качки является преобладающей, а другими можно пренебречь. В противном случае это может служить первым приближением для дальнейшего уточнения параметров каждой компоненты качки.

При наличии на судне навигационного оборудования, позволяющего измерить параметры качки (9), смещение захватного устройства определяется непосредственно по формулам (10).

При использовании акселерометров, ортогонально расположенных на кран-балке у захватного устройства, для использования соотношений (11) необходимо подбирать составляющие параметров по каждой координате из условия

$$\begin{aligned} \ddot{x}_a(t) &= \ddot{x}_{a\psi}(t) + \ddot{x}_{a\vartheta}(t) + \ddot{x}_{a\gamma}(t); \\ \ddot{y}_a(t) &= \ddot{y}_{a\gamma}(t) + \ddot{y}_{a\vartheta}(t) + \ddot{y}_{a\psi}(t); \quad (12) \\ \ddot{z}_a(t) &= \ddot{z}_{a\gamma}(t) + \ddot{z}_{a\psi}(t) + \ddot{z}_{a\vartheta}(t). \end{aligned}$$

Для решения уравнений (12) необходимо наблюдение  $\ddot{x}_a(t)$ ,  $\ddot{y}_a(t)$ ,  $\ddot{z}_a(t)$  на интервале времени более одного периода компоненты качки минимальной частоты. Задача существенно облегчается, если известны приближенные значения частот и максимально возможные амплитуды. Наибольшую неопределенность вносят априорно неизвестные значения фазовых соотношений колебаний компонент качки.

Если в месте крепления акселерометров установить на осях  $x, y, z$  датчики угловых скоростей, то задача определения смещения захватного устройства при многокомпонентной регулярной качке упрощается. Этот вариант в настоящей статье не рассматривается, т.к. в проектируемой системе [1,2] не используется.

Другой путь определения смещения посадочного устройства при качке судна при помощи акселерометров заключается в интегрировании показаний акселерометров с определением постоянных интегрирования методом припасования за найденный период повторения каждой компоненты.

## ПРОГНОЗ СМЕЩЕНИЯ ЗАХВАТНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

В предлагаемой системе [1, 4] снижения величины промаха в условиях качки достигается за счет прогноза положения точки прицеливания в конечный момент  $t_{\text{к}}$  движения БПЛА, т.е. в момент сцепления его с захватным приспособлением. Прогнозируемое положение точки прицеливания  $X_{\text{пр}}, Y_{\text{пр}}, Z_{\text{пр}}$  в текущий момент времени, принимаемый  $t = 0$  в соответствии с (10):

$$\begin{aligned} Y_{\text{пр}}(t_{\text{к}}) &= Y_{\text{кч}}(t = t_{\text{к}}, \varphi_{\gamma}(t = 0), \\ &\quad \varphi_{\vartheta}(t = 0), \varphi_{\psi}(t = 0)); \\ Z_{\text{пр}}(t_{\text{к}}) &= Z_{\text{кч}}(t = t_{\text{к}}, \varphi_{\gamma}(t = 0), \\ &\quad \varphi_{\vartheta}(t = 0), \varphi_{\psi}(t = 0)); \end{aligned} \quad (13)$$

$X_{\text{пр}}(t_{\text{к}}) = X_{\text{кч}}(t = t_{\text{к}}, \varphi_{\gamma}(t = 0), \varphi_{\vartheta}(t = 0))$ , где  $t_{\text{к}}$  – время подхода БПЛА к точке прицеливания определяется дистанцией  $D_{\Delta}(t)$  от точки прицеливания до БПЛА в текущий момент времени с относительной скоростью  $V_{\Delta\text{н}}$  сближения БПЛА и носителя:

$$t_{\text{к}} = (D_{\Delta}(t = 0) + X_{\text{пр}}(t_{\text{к}}) / (V_{\Delta\text{н}}(t) + \Delta V_{\text{max}} \sin(\omega_{\text{в}} t_{\text{к}} + \varphi_{\text{в}}))). \quad (14)$$

Величины  $Y_{\text{пр}}, Z_{\text{пр}}$  прогнозируемого смещения точки прицеливания (5) вводятся в закон управления), например, как поправка к наблюдаемому угловому положению точки прицеливания относительно БПЛА в вертикальной и горизонтальной плоскости [4, 6]:

$$\begin{aligned} \Delta Y_y &= k_y (Y_{\Delta} - Y_{\text{пр}}); \Delta \psi_y = \\ &= k_{\psi y} \arcsin((Z_{\Delta} - Z_{\text{пр}}) / D_{\Delta}(t)), \end{aligned} \quad (15)$$

где  $\Delta Y_y$  и  $\Delta \psi_y$  – поправки к сигналам управления высотой и направлением полета в горизонтальной плоскости БПЛА;  $Y_{\Delta}, Z_{\Delta}$  – текущие отклонения БПЛА от идеальной траектории (линии, проходящей через точку прицеливания параллельно курсу движения судна) в вертикальной и горизонтальной плоскостях;  $k_y, k_{\psi y}$  – коэффициенты усиления, обеспечивающие выведение БПЛА на а)

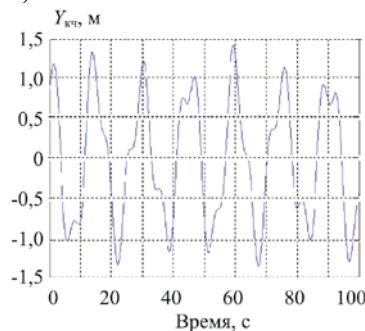


Рис. 2. Графики колебаний  $Y_{\text{кч}}$  – точки крепления акселерометров в вертикальной плоскости под влиянием трех компонент аналогов: бортовой качки (амплитуда  $A_1 = 1$  м, период  $T_1 = 15$  с, начальная фаза  $\varphi_1 = \pi/2$ ), килевой качки ( $A_2 = 0,33$  м, период  $T_2 = 5,7$  с,  $\varphi_2 = -\pi/4$ ) и вертикальной качки ( $A_3 = 0,1$  м,  $T_3 = 11,4$  с,  $\varphi_3 = \pi/6$ ) (а); разницы истинного значения  $Y_{\text{кч}}(t)$  и прогнозируемого  $Y_{\text{пр}}(t)$  при погрешности определения всех девяти параметров на 1% в сторону их увеличения (б)

ния в момент сцепления с захватным устройством.

Использование прогноза величины промаха и введение компенсирующего сигнала снижает величину динамической ошибки (промаха), обусловленной регулярной качкой судна [соответствует модели (9)], при точном измерении амплитуды, частоты и фазы всех компонент качки теоретически до 0, а практически до единиц миллиметров [4, 5].

Для иллюстрации влияния погрешности определения параметров компонент качки на ошибку прогноза положения захватного устройства приведен рис. 2.

Если качка судна регулярная, то смещение захватного устройства в основном определяется уравнениями (9). Параметры качки (амплитуды, частота и фаза каждой из шести компонент качки определяется путем подбора их значений на интервале времени, предшествующем прогнозируемому. Это достигается минимизацией невязки синтезируемых (9) и (10) и измеряемых смещений захватного устройства.

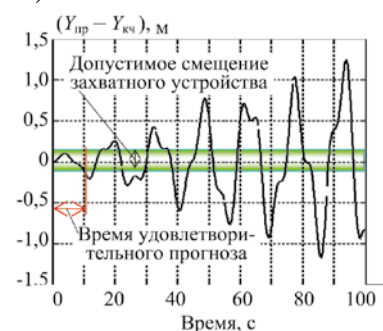
При отсутствии случайной составляющей точность прогноза  $Y_{\text{пр}}(t_{\text{к}})$  и  $Z_{\text{пр}}(t_{\text{к}})$  определяется точностью текущих измерений, т.е.  $\ddot{x}(t), \ddot{y}(t), \ddot{z}(t)$ . Увеличение интервала наблюдения позволит уменьшить влияние высокочастотной по сравнению с периодом качки составляющей, однако уменьшит вероятность постоянства параметров компонент качки.

Рациональные способы определения параметров качки и прогноз смещения посадочного устройства – предмет дальнейших исследований авторов.\*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Шаров С.Н. Судовая информационно-управляющая система посадки БПЛА. – Сб.

б)



идеальную траекторию в непосредственной близости к захватному, не допуская просадки по высоте и обеспечивая допустимые угловые скорости и ускоре-

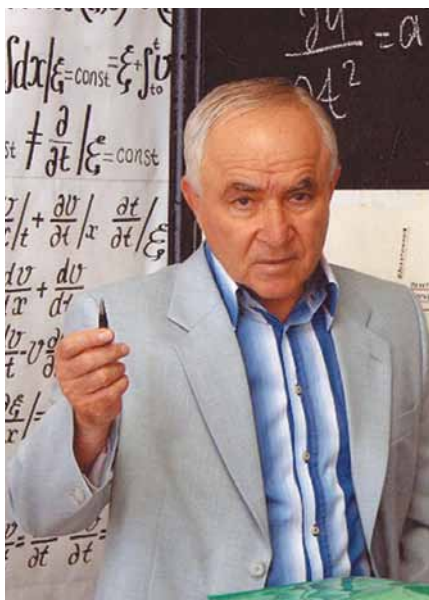
статей. Проблемы посадки беспилотных летательных аппаратов на движущееся

\* Исследования проводятся при поддержке РФФИ, грант № 13-08-00925А.

- судно и технические пути их решения. – СПб.: БГТУ, 2010. – С. 54–74.
2. Андриевский Б.Р., Шаров С.Н. Определенные положения посадочного устройства БПЛА в условиях качки // Морской вестник. – 2012. – №2(42). – С. 75–77.
  3. Справочник по теории корабля / Под ред. Я.И. Войткунского. Т. 2. – Л.: Судостроение, 1985. – 440 с.
  4. Подоплекин Ю.Ф., Толмачев С.Г., Ша-

- ров С.Н. Информационно-управляющая система приведения БПЛА на движущееся судно. // Информационно-управляющие системы, №3, 2012. – С. 22-28.
5. Толмачев С.Г., Шаров С.Н. Прогнозирование положения захватного устройства при посадке БПЛА на движущееся судно в условиях качки. – / Сб. мат-лов XX Санкт-Петербургской международной конференции по интегрированным на-

- вигационным системам / Под ред. Акад. РАН В.Г. Пешехонова. 27–29 мая. – СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «Электронприбор», 2013. – С. 205–208.
6. Andrievsky B.R., Sharov S.N. Technological Ways for Ensuring of Unmanned Aerial Vehicle on a Ship. – World Maritime Technology Conference, WMTС-2012, May 29 – June 1, 2012, Saint-Petersburg, Russia. ■



**25** июня 2013 г. исполнилось 70 лет со дня рождения Ш. Г. Алиева, выдающегося дагестанского ученого с мировым именем.

Академик РАН В. П. Бармин отмечал духовную самостоятельность Шамиля Гимбатовича, энциклопедические знания и высочайшую культуру восточно-европейского сплава, умение отстаивать на пленарных академических и государственных уровнях вопросы и проблемы соответствующей значимости.

Ш. Г. Алиев — заслуженный деятель науки и техники России; доктор технических наук по вооружению и военной технике ВМФ, по прикладной математике и вычислительной технике; лауреат золотых медалей Келдыша, Циолковского, Бармина, лауреат государственной премии российского Комитета оборонных отраслей промышленности. За исключительные заслуги, способствующие величию, славе и процветанию России, он награжден орденом Петра Великого первой степени — высшей национальной наградой России; орденом «За заслуги перед Республикой Дагестан». Решением Комитета международного астрономического совета его именем названа одна из малых планет.

Все особенности научного, культурного и гуманитарно-просветительского направлений его деятельности носят прогрессивный и уникальный характер. Ш. Г. Алиев — автор и соавтор фундаментальных научных работ, среди ко-

торых — «Теория аналитического проектирования» вошла в энциклопедию РАН по тематике «Корабли и суда», а также в Российскую морскую энциклопедию. На Урале в Перми Ш. Г. Алиев сделал необыкновенное по оригинальности сообщение о колебаниях и волнах, встречающихся при проектировании аварского двухструнного тамбура. В результате Ш. Г. Алиев был сразу избран в состав Национального комитета по теоретической и прикладной механике. Во всем, что делает этот, безусловно, выдающийся человек, видны его исключительность, глубина погружения в проблему.

Первая научная работа была выполнена Ш. Г. Алиевым в 24-летнем возрасте и касалась проблемы авиационных изделий. В возрасте менее 40 лет он стал профессором, до 50 лет по представлению генерального конструктора Байконура академика В. П. Бармина был избран Почетным академиком Российской академии космонавтики.

Первая в СССР монография по специальным задачам гидрогазодинамики изделий с грифом «совершенно секретно» была написана Ш. Г. Алиевым, первая частная задача для взлета самолета с палубы первого в СССР авианосца была решена также им. Он гордится тем, что был в дружеских отношениях со многими выдающимися советскими учеными, среди которых — академик Я. Б. Зельдович. По постановке, замыслу и стратегии ведения научный труд Ш. Г. Алиева близок к идеальному. Каталог задач, программ и алгоритмов, записанных в чистовом варианте рукописно, и более 40 тысяч черновиков составляют его научный задел.

Кроме фантастической научной работоспособности и такого же таланта Ш. Г. Алиева отличает редчайший дар просветителя. Видимо, это послужило поводом для учреждения в ноябре 1993 г. под руководством Ш. Г. Алиева подразделения Ассоциации содействия Международному центру научной культуры — Всемирной лаборатории Института фундаментальных основ

аналитического проектирования. После лекций дети, студенты и молодые исследователи надолго остаются под впечатлением. Среди них — школьники Москвы, Санкт-Петербурга, других городов России и особенно его родного Дагестана. Сотни и тысячи писем с благодарностью от детей различного возраста — это результат его вклада в гуманитарно-просветительскую деятельность. В шести серийном фильме, вышедшем в Санкт-Петербурге о Ш. Г. Алиеве, говорится о его заботе о детях и стариках. Несколько месяцев назад в Санкт-Петербурге состоялась его встреча в Суворовском училище. По свидетельству детей и преподавателей училища это были незабываемые четыре часа.

«Ш. Г. Алиев — представитель Санкт-Петербургской школы кораблестроения с ясно выраженной своей линией, и нам приятно сознавать, что эти профессиональные отношения становятся еще отношениями двух российских портовых городов Санкт-Петербурга и Махачкалы...», так пишет академик РАН В. М. Пашин.

«Мы много лет знаем Ш. Г. Алиева и можем без преувеличения сказать, что это выдающийся ученый с очень глубокими знаниями как в торпедостроении, так и в области больших динамических систем. Очень важно, что в такое сложное время на Кавказе есть человек глобально мыслящий, такой как Ш. Г. Алиев. Он — воспитанник и гордость Санкт-Петербургской школы военного кораблестроения...», — это слова генерального директора НПО «Уран» С. Прошкина.

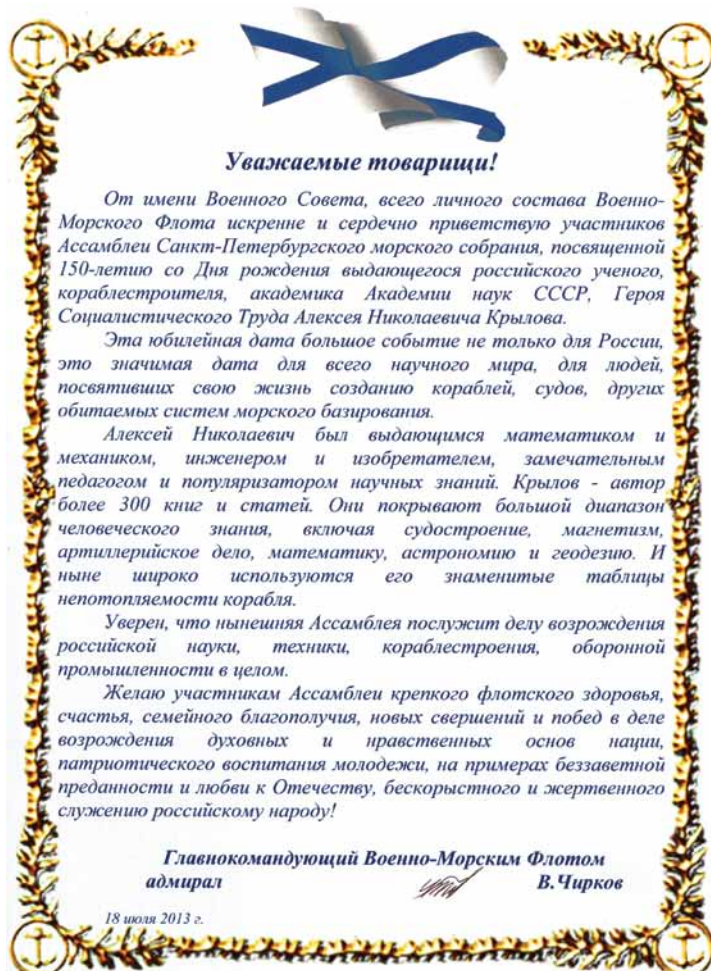
Коллеги и друзья сердечно поздравляют Шамиля Гимбатовича с юбилеем и желают ему дальнейших творческих успехов на благо страны.

**Редакционный совет, редколлегия и редакция журнала «Морской Вестник» присоединяются к этому поздравлению и желают Шамилю Гимбатовичу доброго здоровья и успехов в научной и просветительской деятельности. ■**

## К 70-ЛЕТИЮ ПРОФЕССОРА Ш. Г. АЛИЕВА

**18** июля 2013 г. в резиденции К-2 на Каменном острове в Санкт-Петербурге состоялась 40-я Ассамблея Санкт-Петербургского Морского Собрания, посвященная 150-летию со дня рождения выдающегося русского ученого, академика, Героя Социалистического Труда, заслуженного профессора Военно-морской академии генерала по флоту А. Н. Крылова.

Открыл Ассамблею председатель СПб Морского Собрания Н. В. Орлов, который огласил приветствие главкома ВМФ адмирала В. В. Чиркова:



Далее с докладом, посвященном роли академика А. Н. Крылова в развитии судостроения и, в частности, военно-го кораблестроения, выступил президент Российского НТО им. акад. А. Н. Крылова В. Л. Александров, который не только напомнил присутствующим о многогранной теоретической и практической деятельности Алексея Николаевича, но и отметил его роль в воссоздании флота после русско-японской войны 1904–1905 гг.

Тогда, в 1908 г., он возглавил в качестве Главного инспектора кораблестроения и представителя Морского Технического комитета проектирование и строительство совершенно по тому времени новых типов кораблей. А. Н. Крылов блестяще справился с возложенной на него задачей, преодо-

лев технический консерватизм, рутину и бюрократизм Морского министерства.

По поручению морского министра адмирала И. К. Григориича в 1912 г. Алексей Николаевич подготовил аргументированный доклад для депутатов Государственной Думы о необходимости ассигнования 500 млн руб. для строительства флота с учетом уроков русско-японской войны. Представленный Думе проект программы судостроения на пять лет, в котором говорилось о необходимости постройки не только миноносцев и подводных лодок, но и броненосных крейсеров, убедил депутатов, причем за проект было отдано 280 голосов и против — 124.

Затем приветствие губернатора Санкт-Петербурга Г. С. Полтавченко

## 40-Я АССАМБЛЕЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО МОРСКОГО СОБРАНИЯ, ПОСВЯЩЕННАЯ 150-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА А.Н. КРЫЛОВА

СПб Морское собрание,  
контакт. тел. (812) 315 26 70

Морскому Собранию огласил вице-губернатор В. Н. Кичеджи.

Начальник Управления боевой подготовки главкомата ВМФ РФ контр-адмирал В. Н. Качемасов вручил медаль Министерства обороны РФ «Адмирал Кузнецов» С. А. Кузнецову и В. Н. Быкову, медаль «Адмирал Горшков» — генеральному директору ОАО «СФ «Алмаз» Л. Г. Грабовцу как активным членам Собрания, проявившим себя в практической деятельности по поднятию престижа флота России.

После этого председатель Морского Собрания Н. В. Орлов объявил благодарность и наградил именным холодным оружием — кортиком Морского Собрания «В награду» — председателя Комитета по обороне Государственной Думы РФ, почетного члена Собрания В. П. Комоедова, а также сообщил о награждении:

— **золотым нагрудным знаком «За 15 лет безупречной службы в Санкт-Петербургском МС»** члена МС — В. И. Егоркина;

— **золотым нагрудным знаком «За 10 лет безупречной службы в Санкт-Петербургском МС»** члена МС — В. И. Мартыненко;

— **орденом «За заслуги» 1-й ст.** почетного члена МС А. Б. Миллера, членов МС: Г. В. Штадлера, О. Е. Белавенцева, А. С. Чаркина;

— **орденом «За заслуги в морской деятельности» 1-й ст.** — члена МС Г. А. Фокина;

— **орденом «За трудовую доблесть» 1-й ст.** членов МС: Г. С. Казанина, А. В. Кузнецова, А. И. Пошивая, Н. Ю. Лебедева;

— **орденом «За заслуги» 2-й ст.** членов МС: С. О. Барышникова, А. Л. Гайдука, И. И. Малышева, Д. А. Куракина, Р. Х. Цаликова;

— **орденом «За заслуги в морской деятельности» 2-й ст.** члена МС В. Л. Васюкова;

— **орденом «За трудовую доблесть» 2-й ст.** члена МС А. А. Храмова;

— **орденом «За заслуги в морской деятельности» 3-й ст.** члена МС Л. Б. Горохова;

— **золотой медалью «Петр I»** члена МС М. В. Малюшина, члена МС Башкортостана Р. М. Аюпова.

Завершилась Ассамблея праздничным фуршетом. ■

**Н**а 82-м году ушел из жизни наш соратник — научный сотрудник, капитан 1 ранга в отставке, заслуженный работник культуры РФ, член редколлегии журнала «Морской вестник» Юрий Васильевич Варганов.

Ю. В. Варганов родился в с. Папоротка Тульской области. Богатый опыт корабельной службы, широта научно-политического кругозора Юрия Васильевича, стремление к публицистической деятельности позволили ему с блеском работать корреспондентом газет «Кронштадтская правда», «Советский моряк», а также быть пропагандистом политотдела тыла Ленинградской военно-морской базы (1959–1965 гг.).

В 1952 г. после окончания школы радиометристов в г. Ломоносов Ленинградской области был направлен на учебу в Военно-морское политическое училище им. А. А. Жданова. Во время учебы в 1954 г. был принят в КПСС.

По окончании училища в 1955 г. служил на надводных кораблях Краснознаменного Балтийского флота: минном заградителе «Ока» и крейсере «Чкалов».

В 1960 г. окончил заочное отделение факультета журналистики Ленинградского государственного университета им. А. А. Жданова. В 1967–1977 гг. — преподаватель, старший преподаватель кафедры истории КПСС и партийно-политической работы Высшего военно-морского инженерного ордена Ленина училища им. Ф. Э. Дзержинского. В 1975 г. защитил кандидатскую диссертацию, посвященную анализу исторического опыта подготовки инженерных кадров ВМФ СССР в межвоенный период (1921 — 1941 гг.).

Последующие 34 года жизни Ю. В. Варганова неразрывно связаны

## ПАМЯТИ ТОВАРИЩА

*ВУНЦ ВМФ «ВМА им. Н.Г. Кузнецова»*



со службой и работой в Военно-морской академии, где он прошел путь от преподавателя, старшего преподавателя до доцента кафедры общественных наук, старшего научного сотрудника научно-исследовательского отдела военного образования.

Все свои знания, опыт он отдал делу воспитания и обучения морских офицеров.

Юрий Васильевич 40 лет своей жизни посвятил изучению творческого наследия академика А. Н. Крылова, был бессменным заведующим кабинетом-музеем А. Н. Крылова при Военно-морской академии. Им подготовлены и изданы такие научные и справочные труды, как «Роль академика А. Н. Крылова в развитии теории и практики кораблестроения в России», «Встречи на родине

А. Н. Крылова», «Начальники Военно-морской академии (1827—2008 гг.)», монография «Научное наследие академика А. Н. Крылова. Исторический аспект». Он — автор многих публикаций по истории отечественного флота, в том числе «Инженеры флота» (1973 г.), «Военно-морская академия на службе Отечеству» (2001 г.); составитель сборника документальных очерков «Герои Седой Балтики» (1964 г.), «Они сражались на Балтике» (1968 г.), научного труда «Кормчие России», посвященного 300-летию «Адмиралтейских верфей», член президиума Ассоциации вузовских музеев Санкт-Петербурга, председатель Ассоциации флотской прессы, член Союза журналистов, заслуженный работник культуры РФ.

Награжден орденом «Красной Звезды», многими медалями, в том числе «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг.», юбилейной медалью «65 лет Победы в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг.», памятной медалью «Патриот России», серебряной медалью Санкт-Петербургского Морского собрания «Адмирал Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецов», золотой медалью к 150-летию со дня рождения академика А. Н. Крылова.

Светлая память о Юрии Васильевиче Варганове сохранится в наших сердцах.

*Группа товарищей*



## К 80-ЛЕТИЮ ПРОФЕССОРА Ю. Д. ПРЯХИНА



Капитан 1 ранга, доктор исторических наук, профессор Юрий Дмитриевич Пряхин родился во Владивостоке 31 августа 1933 г. В 1951 г. окончил 75-ю мужскую среднюю школу, в 1956 г. – Тихоокеанское высшее военно-морское училище им. С. О. Макарова по специальности офицер–корабельный артиллерист. Направлен на Черноморский флот, где его назначили командиром башни главного калибра КРЛ «Керчь» 21-й БЭМ. В 1958–1961 гг. – командир башни главного калибра КРЛ «Ворошилов»; командир батареи 100-мм орудий КРЛ «Фрунзе»; командир группы управления 2-го дивизиона БЧ-II КРЛ «Слава» эскадры Черноморского флота, капитан-лейтенант.

В декабре 1961 – июле 1962 гг. Ю. Д. Пряхин – слушатель ВОЛСОК ВМФ (политический факультет), Ленинград. В 1962–1964 гг. заместитель командира по политчасти ЭМ «Бессменный» 63-го БРК Черноморского флота. В 1963 г. его направляют в командировку для участия в перегоне малых противолодочных кораблей через Атлантику из порта Керчь в порт Гавана (Куба). Исполнял обязанности заместителя командира отряда МПК. В 1964–1968 гг. он – слушатель военно-морского факультета Военно-политической академии им. В. И. Ленина (Москва), капитан 3 ранга.

После выпуска из академии, в 1968–1971 гг. заместитель командира по политчасти АПЛ «К-104», затем АПЛ «К-74» 7-й дивизии I-й флотилии атомных подводных лодок Северного флота, участник дальних походов, маневров «Океан», капитан 2 ранга.

В 1971–1973 гг. Ю. Пряхин – адъюнкт Военно-политической академии им. В. И. Ленина. В 1973 г. успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата исторических наук по одной из проблем обеспечения деятельности ВМФ в годы Великой Отечественной войны и был назначен старшим преподавателем в ВВМИОЛУ им. Ф. Э. Дзержинского (Ленинград). В 1974 г. получил воинское звание капитана 1 ранга. В 1975 г. переведен на должность преподавателя кафедры марксизма-ленинизма в Военно-морскую академию им. Маршала Советского Союза А. А. Гречко, в 1977 г. старший преподаватель кафедры, в 1979 г. получил ученое звание доцента.

В 1984 г. Юрия Дмитриевича направляют в Киев на должность начальника кафедры Киевского высшего Военно-морского политического училища, в которой он успешно прослужил свыше семи лет. В 1988 г., защитив диссертацию, стал доктором исторических наук, в 1989 г. профессором. В 1991 г. в связи с увольнением в запас «по возрасту с правом ношения военной формы», его награждают Почетной грамотой министра обороны «За многолетнюю и безупречную службу в Вооруженных силах СССР».

После увольнения из рядов ВМФ, в 1993–1996 гг. Ю. Д. Пряхин работал в Институте истории Академии наук Украины ведущим научным сотрудником, был членом Украинского национального комитета по изучению Юго-Восточной Европы Академии наук Украины. После возвращения в Санкт-Петербург, с 1997 г. по 2009 г. преподавал, находясь в должности профессора кафедры военно-гуманитарных дисциплин ВМА им. Адмирала Флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова. В возрасте 76 лет уволился из академии по собственному желанию, прослужив в ВМФ свыше 40 лет. Награжден орденом «За службу Родине в Вооруженных силах СССР» III степени, 15-ю медалями.

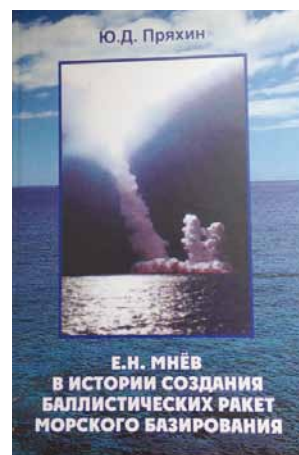
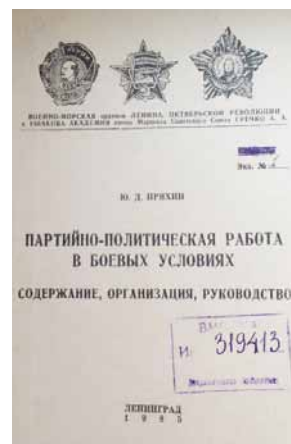
Его общий научно-педагогический стаж составляет 36 лет. Ю. Д. Пряхин – ветеран академии, Вооруженных Сил СССР, системы военно-морского образования страны. За достижения в научной и педагогической деятельности награжден в 1990 г. Государственным комитетом СССР по народному образованию «за заслуги в области высшего образования СССР» нагрудным знаком «За отличные успехи в работе»; в 2006 г. нагрудным знаком «Почётный работник науки и техники Российской Федерации».

Автор нескольких монографий, свыше 130 публикаций на различные военно-морские и исторические темы, в том числе книг «Партийно-политическая работа в боевых условиях. Содержательная работа в Вооруженных силах»; «Воспитательная работа в Вооруженных силах»; «Ламброс Кацонис в истории Греции и России» (издана также в Афинах); «Греки в истории России XVIII–XIX веков»; «Е. Н. Мнёв в истории создания баллистических ракет морского базирования» и др.

Профессор Ю. Д. Пряхин – организатор и участник ряда международных научных конференций. Почетный член Центра греческо-российских исторических исследований (Афины); член Ассоциации морской прессы Санкт-Петербурга, редакционных коллегий журналов «Новый часовой», «Морской вестник», Советов по защите диссертаций.

Активно участвует в общественной и научной жизни Санкт-Петербурга.

**Редакционная коллегия и редакция журнала «Морской Вестник» поздравляют Юрия Дмитриевича с юбилеем и желают ему доброго здоровья и продолжения научной и творческой деятельности. ■**



**А**лексей Николаевич Крылов, действительный член Академии наук царской России и Советского Союза, чей 150-летний юбилей со дня рождения мы начинаем отмечать сегодня здесь, на просторах Волги, без преувеличения может быть назван нашим национальным гением, уникальным ученым и инженером, личностью поистине исторической. И такую оценку, что бывает нечасто, А.Н. Крылов заслужил уже у своих современников. Г. М. Кржижановский, академик АН СССР, писал о Крылове: «Мощный гений этого человека, глубина и многогранность его знаний поистине исключительны. Научно-техническая деятельность А. Н. Крылова колоссальна. Она служит ярким доказательством неразрывной связи науки и техники. Математика, механика, физика, астрономия и корабельные науки были его родной стихией. Не было в области техники такого вопроса, на который он не мог бы дать исчерпывающего ответа...». А посол Великобритании в СССР Арч Керр, в 1942 г., после избрания Крылова почетным членом Английского общества корабельных инженеров высказался о советском ученом так: «... Высказывая сегодня наше уважение академику Крылову, мы тем самым платим дань созидательному духу русских инженеров-кораблестроителей... Академик Крылов, как многие его знаменитые соотечественники во главе с самим Петром и Ломоносовым, является живым примером многостороннего гения».

И эти слова — не преувеличение. Многосторонность и интенсивность его деятельности поразительны. Многие идеи и работы А. Н. Крылова в естественнотехнических науках, в области методологии и технологий инженерной деятельности сохраняют свою актуальность уже второй век подряд. Характеризуя именно его деятельность и творчество, можно было бы смело использовать столь часто употребляемые сегодня слова «инновации» и «модернизация». В наше во многом сугубо утилитарное время вообще сложно поверить, что такая личность могла жить и творить. Хотя своего рода мистика российской истории такова, что в ее переломные эпохи время рождало в нашей стране великих людей, которые вносили свой решающий вклад в развитие именно тех областей знания, производства или управления, что и становились решающими для вывода страны и государства из кризисного состояния.

Целый ряд научных изысканий А. Н. Крылова имеет базовый характер для любой области инженерного дела. Однако, Алексей Николаевич Крылов — это прежде всего человек моря и флота, военно-морского флота России. Таким было его базовое образование: он окончил Морское училище и кораблестроительное

## ГЕНИЙ АКАДЕМИКА А.Н.КРЫЛОВА: НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНОЕ НАСЛЕДИЕ И ВКЛАД В ИСТОРИЮ СТРАНЫ К 150-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ

*В. Л. Александров, д-р техн. наук, проф., Герой России, президент Российской НТО судостроителей им. акад. А. Н. Крылова, президент Ассоциации судостроителей Петербурга и Ленинградской области, директор Института морской техники и технологий СПбГМТУ, контакт. тел. (812) 315 50 27*



тельное отделение Морской академии (1890 г.). Современники не зря называли Алексея Николаевича «адмиралом корабельной науки».

Вклад А. Н. Крылова в дело практического строительства флота, в организацию судостроения как отрасли у нас в стране, в базовые разделы науки о корабле, в научно-технологическое обеспечение судостроения и военно-морских сил следует назвать равновеликим.

В 1908—1910 гг. А. Н. Крылов в должности председателя Морского Технического комитета и Главного инспектора кораблестроения уже руководил постройкой крупнейших по тому времени линейных кораблей типа «Севастополь», где по его инициативе и настоянию были применены новейшие материалы и технологии. Он принял самое непосредственное участие в создании и ходовых испытаниях первых под-

водных лодок российского ВМФ типа «Барс», спроектированных родоначальником отечественного подводного флота И.Г. Бубновым. И в 1904 г. первая подводная лодка этой серии «Дельфин» была зачислена в состав флота.

У российского флота есть драматичная традиция. Должно было произойти сокрушительное поражение в войне для того, чтобы государственная власть озабочилась состоянием флота и занялась его строительством и модернизацией. Так произошло в очередной раз после фактической гибели флота в Цусимском сражении в 1905 г. Возрождение флота перед Первой мировой войной в результате начатой реализации так называемых малой и большой судостроительных программ — первостепенная заслуга лично Алексея Николаевича Крылова. В должности генерала для особых поручений при морском министре



И. К. Григоровиче Алексей Николаевич стал тогда автором доклада министра Государственной Думе об ассигновании 500 млн руб. на строительство флота с учетом уроков русско-японской войны 1904–1905 гг. Текст этого доклада продемонстрировал уровень мышления уже не только выдающегося ученого и инженера, но и государственного деятеля, глубоко понимающего системообразующее значение судостроения и флота для национальной безопасности страны. Данное А. Н. Крыловым тогда определение, каким должен быть флот и, соответственно, как должно быть организовано его строительство, стало хрестоматийным и является более чем актуальным по сей день. «Флот есть организационное целое, — писал А. Н. Крылов, — возможна лишь планомерная, рассчитанная борьба флота против флота, причем... отсутствие в нем какого-либо типа судов или их относительная малочисленность не искупается преувеличенным развитием числа другого типа — их излишнее число не доставит преобладания над противником, а представит лишь напрасную трату средств...».

Начав свое сотрудничество с советской властью сразу же после 1917 г., Алексей Николаевич стал одним из главных организаторов возрождения флота в СССР. Под его руководством работала Государственная комиссия по строительству доков. В 1933 г. он был назначен членом Экспертно-технического совета Главсевморпути, принимал участие и в реализации проектов. Так, во время длительной заграничной командировки в 1925–1927 гг. он выступил главным представителем заказчика — Нефтесиндиката СССР — при постройке двух нефтеналивных судов для нашей страны в Марселе, Франция. В октябре 1935 г. в Ленинграде был заложен первый крейсер советской постройки «Киров», который позднее принял активное участие в обороне Ленинграда и в прорыве вражеской блокады. Последующее строительство этого новейшего для того времени боевого корабля велось под наблюдением А. Н. Крылова. В 1938 г. Алексей Николаевич возглавил Комиссию по рассмотрению проекта первого в мире глубоководного аппарата проекта своего ученика и соратника, будущего академика Ю. А. Шиманского. Тогда только война помешала осуществить этот смелый проект в постройке. В годы самой войны, особенно в ее начале, академик А. Н. Крылов активно консультировал как судостроителей, так и военных моряков. В апреле 1942 г. он был включен в комиссию АН СССР по научно-техническому военно-морским вопросам для оказания постоянной консультативной помощи учреждениям ВМФ СССР.

А. Н. Крылов по праву считается основоположником современной теории корабля. К моменту начала его препода-

вательской деятельности в Морской академии в 90-х гг. XIX в. основы этой науки относились по существу к эпохе парового, а то и парусного флота. Написанный А. Н. Крыловым новый учебник по теории корабля, основанный на его авторском курсе, который он начал читать слушателям Морской академии в 1891 г., стал прототипом для последующих курсов других авторов. Составленные Алексеем Николаевичем и введенные в курс его лекций схемы вычисления элементов плавучести, непотопляемости и остойчивости кораблей остаются основой и для современной практики судостроения.

Новым словом в кораблестроительной науке и своего рода «расширением» теории корабля стала общая теория качки корабля на волнении, которая начала излагаться в зарубежных руководствах по кораблестроению под названием «теории Крылова». Именно благодаря этой работе А. Н. Крылов в 1896 г. стал одним из немногих русских иностранных членов Английского общества корабельных инженеров — самой авторитетной международной организации данного профессионального сообщества. А в 1898 г. за доклад о теории уже в завершённом виде перед этой же аудиторией он был удостоен высшей награды первым из иностранных членов Общества — Золотой медали.

К работам А. Н. Крылова по качке корабля непосредственно примыкают исследования проблемы вибрации корабля. Алексей Николаевич и здесь стал первопроходцем. В 1901 г. им была разработана теория вибрации судна, объяснительным принципом которой стало физическое явление резонанса. Эта теория была изложена в курсе лекций «Вибрация судов», опубликованных в 1907 г. Там же ученым были предложены конкретные способы уменьшения вибрации, которые сразу же были приняты на вооружение и в зарубежном судостроении.

Неоценим вклад А. Н. Крылова в решение проблемы непотопляемости корабля и мер борьбы за непотопляемость для мирового судостроения. В этой области он стал выдающимся продолжателем и соратником другого выдающегося деятеля российской военно-морского флота — адмирала С. О. Макарова, заложившего основы учения о непотопляемости корабля. В 1903 г. ученый сформулировал принципы непотопляемости судна и разработал первые в мире таблицы непотопляемости как практическое руководство для моряков по сохранению корабля в надводном положении и его остойчивости в случае получения пробоины в боевых условиях или при ином повреждении. Данная методика доказала свою безусловную полезность уже в 1905 г. в ходе трагического Цусимского сражения, когда из всех броненосцев русского флота, получивших

повреждения, на плаву остался только один — «Орел» — благодаря использованию таблиц Крылова корабельным инженером В. П. Костенко. Отметим, что в английском флоте подобные таблицы стали использоваться только спустя 25 лет после того, как их разработал А. Н. Крылов.

А. Н. Крылов — основоположник и теории судоподъема в мировой корабельной науке. Первая его в мировой практике научная работа по этому вопросу датируется 1916 г. и была связана с подъемом затонувшего по трагической случайности в севастопольской бухте линкора «Императрица Мария», когда потребовалось разработать особые методы по приведению корабля в прямое положение в процессе всплытия. В законченном виде теория судоподъема была изложена ученым уже в советское время в журнале «Судоподъем» Экспедиции подводных работ особого назначения (ЭПРОН), где он предложил метод судоподъема продувными понтонами, скрепленными с затонувшим судном.

А. Н. Крылов являет собой, безусловно, феномен академико-практика, академика-инженера, если такое образное определение уместно. Глубокое знание высшей математики, физики и механики он рассматривал как обязательную составляющую профессиональной квалификации и для любого инженера — не только кораблестроителя, но для ученого, работающего в области техники. Анализ его научного творчества выявляет всестороннее и постоянное стремление ученого по внедрению математических методов в кораблестроение и другие области инженерного дела.

В числе основных математических трудов, созданных ученым на рубеже веков, надо вспомнить прежде всего фундаментальный труд А. Н. Крылова «О приближенных вычислениях». Эта работа положило начало новому методологическому и методическому подходу к кораблестроительным и иным инженерным расчетам, который стал необходимой составляющей основных разделов теории корабля.

Проблему должного соотношения научных исследований и их практического использования, единства теории и практики Алексей Николаевич обсуждал неоднократно в различных трудах и в разные годы как применительно к научно-инженерной деятельности, так и к педагогической работе: «Наука должна состоять в объединении теории и практики, и все ее развитие должно быть основано на таком единении», — писал он в 1934 г. в статье «Теория и практика». И в стенах Академии наук в 1920–1930-е гг., например, не было более ярого сторонника организации кафедры прикладных наук (аналог сегодняшнего отделения), чем академик Крылов.

Одним из наиболее существенных примеров, демонстрирующих отношение А. Н. Крылова к научному обеспечению практической деятельности, является его руководство Опытным бассейном, которое было создано в 1890-е гг. В своем рапорте на имя Главного инспектора кораблестроения накануне своего назначения на должность Алексей Николаевич изложил тогда по существу образцовую и комплексную научно-экспериментальную программу по созданию корабля, базирующуюся на закономерностях фундаментальных наук. В годы руководства бассейном под руководством и при участии А. Н. Крылова здесь был произведен целый ряд экспериментов и испытаний по основным научным направлениям исследований самого ученого, обеспечено научно-экспериментальное сопровождение постройки, в том числе первых подводных лодок, и проч. Представляется закономерным, что на базе этого учреждения был организован впоследствии и развивался сегодняшний ЦНИИ им.акад. А. Н. Крылова — головной институт судостроительной отрасли страны, всегда обеспечивавший отечественных корабелов самыми передовыми научно-техническими разработками.

Значение теоретических работ А. Н. Крылова в области кораблестроения практически всегда выходило за его пределы. Так, например, результаты своих исследований в области математической физики по тематике вынужденных колебаний А. Н. Крылов использовал, в том числе, выступая в роли технического эксперта при строительстве мостов. В 1911 г. он сделал ряд важных рекомендаций по наводке первого арочного пролета строившегося тогда моста императора Петра Великого в Петербурге. А в 1933—1934 гг. академик А. Н. Крылов произвел расчеты по постановке кессона моста им. Володарского уже в Ленинграде, а также непосредственно участвовал в ней самой.

Важнейшая область деятельности современного инженера — сфера изобретений — также отмечена гением Алексея Николаевича. Сочетание научных исследований с инженерными разработками, изобретение на базе теорий собственного авторства новых конструкций, приборов и устройств — еще одна характерная черта его выдающегося жизненного пути.

Большое значение в его деятельности приобрели работы, связанные с теорией компаса. Его первым изобретением стал дромоскоп — прибор для определения сил, действующих на магнитную стрелку компаса. Этому прибору оказалась посвящена и первая публикация мичмана А. Н. Крылова. А 13 марта 1941 г. труды академика А. Н. Крылова по теории компаса были удостоены Государственной (Сталинской) премии 1-й степени.

А. Н. Крылову принадлежит целый ряд изобретений в области морской артиллерии, которые обеспечивали уникальные возможности для боеспособности русского флота по сравнению с остальными флотами мира, как, например, «отметатель» — специальный прибор для обучения наводчиков орудий стрельбе на качке. При этом все приборы его авторства были приняты к производству и внедрению на флотах, ряд из них был удостоен специальных премий Михайловской артиллерийской академии (1909 и 1912 гг.). И впоследствии они долгие годы использовались на флоте.

Большое значение имели работы также А. Н. Крылова в области гироскопов в 1930-е гг., результаты которых активно использовались и в бурно развивавшейся в те годы советской авиации.

А «интегратор дифференциальных уравнений» изобретения А. Н. Крылова для приближенных вычислений обладал целым рядом улучшенных свойств по сравнению с аналогичными приборами, как бы мы сегодня сказали, предыдущего поколения и стал одной из первых счетно-решающих интегрирующих механических машин — своего рода предтечей компьютера.

А. Н. Крылов по праву считается также основоположником высшего кораблестроительного образования в России. Его вклад в становление высшей инженерно-морской школы как в дореволюционной России, так и в Советском Союзе является первостепенным.

Именно он стал одним из соорганизаторов Санкт-Петербургского политехнического института им. Петра Великого, открытого в 1902 г. Одним из его отделений стало кораблестроительное, где впервые в России начали готовить инженеров-кораблестроителей. Алексей Николаевич принял самое активное и непосредственное участие в разработке учебных программ отделения, которые сохранялись в неизменном виде долгое время и после 1917 г. В 1930 г. кораблестроительное отделение Политехнического института, на тот момент называвшегося Индустриальным, было преобразовано в отдельный институт — нашу знаменитую ленинградскую Корабелку — уникальную кузницу кадров для кораблестроительной отрасли и не только для нее.

В 1919—1920 гг. Алексей Николаевич Крылов, назначенный уже новой государственной властью начальником Военно-морской академии, явился инициатором и организатором принципиальной перестройки всего учебного процесса в этом главном высшем учебном заведении военно-морского инженерного образования в стране. По его инициативе в академии был открыт тогда новый отдел оружия, обновлены учебные программы и курсы уже существовавших

до этого отделений, вскоре переименованных в факультеты.

Богатейшую педагогическую практику А. Н. Крылов, по его собственным словам, считал необходимой и важнейшей составляющей научной работы. В разные периоды до 1917 г. А. Н. Крылов читал курсы лекций по основным разделам теории корабля, им разработанным, а также основным разделам математических методов для инженеров, математической физике и теоретической механике слушателям Морской академии, студентам кораблестроительного отделения Политехнического института, Петербургского института инженеров путей сообщения, Петроградского университета, некоторых частных вузов, существовавших на тот период. Он являлся заслуженным профессором Морской академии и экстраординарным профессором Петербургского института инженеров путей сообщения.

В 1930-е гг., по возвращении из длительной заграничной командировки 1921—1928 гг., А. Н. Крылов сосредоточил свои усилия преимущественно на научно-организационной деятельности, но и в эти годы он прочитал специальные курсы лекций по различным научным направлениям своего авторства для инженеров различных специальностей, провел ряд публичных лекций общеметодологического характера. В 1943 г. увидела свет книга академика А. Н. Крылова «Мысли и материалы о преподавании механики в высших технических учебных заведениях СССР», где ученый обобщил свой полувековой опыт преподавания, прежде всего математики и механики, адаптированных для овладения инженерными специальностями. На этих же страницах он изложил основные принципы обучения инженера в высшей технической школе, к которым отнес: сочетание ясности и простоты со строгой научностью преподаваемого предмета, адекватное соотношение объема знаний по преподаваемому предмету с возможностью его будущего применения в практической деятельности, обязательное соблюдение принципа историзма в изложении преподаваемой дисциплины. Главной задачей высшей технической школы великий ученый назвал тогда формирование у будущего инженера способности учиться в последующей собственной практической деятельности — «научить учиться». Нет нужды говорить, что в условиях очередной череды экспериментов в нашей высшей школе сегодня и эти заветы А. Н. Крылова звучат остро актуально.

Мы назвали лишь главные вехи и выдающиеся достижения академика А. Н. Крылова в ведущих областях его деятельности, которые во многом определили развитие этих областей науки и инженерии, прежде всего кораблест-

роительной, вплоть до нашего времени.

Но Алексей Николаевич оставил по себе и выдающуюся память как публицист, историк науки и переводчик. Его книга «Мои воспоминания» или «Воспоминания и очерки» (одно из изданий (1949 г.) вышло и под таким названием) выдержала 10 изданий, из них — 4 прижизненных. И при этом кажется даже лишним вспоминать, что академик Крылов свободно и всесторонне владел несколькими современными европейскими языками, а также латинским языком. Его перевод фундаментального труда основоположника механики И. Ньютона «Математические начала натуральной философии» в 1914 г. стал событием в мире не только русской, но и мировой науки. С древней латыни им был сделан также перевод труда выдающегося ученого XVIII в. Л. Эйлера «Новая теория Луны» Перу Алексея Николаевича принадлежат переводы еще целого ряда классиков мировой науки, таких как Л. Лагранж, К. Гаусс и др.

Алексею Николаевичу Крылову принадлежит и особый вклад в отечественную художественную культуру. Именно благодаря его организаторским и уже дипломатическим способностям был возвращен на Родину в 1920-х гг. в распоряжение Института русской литературы уникальный музей-архив эмигранта А. Ф. Онегина, посвященный творчеству А. С. Пушкина и имевший огромную культурную и научную ценность.

Научное и творческое наследие академика А. Н. Крылова — это более 500 различных работ в области теории и практики кораблестроения, математики, механики, баллистики, астрономии, физики, истории науки и техники, а также публицистики, собранное в 12-томное собрание сочинений ученого, вышедшее в свет в 1936—1956 гг. Оставленная им библиотека, которую он, страстный библиофил, собирал всю свою жизнь, насчитывает 10 тыс. экземпляров разных видов литературы на русском, ряде европейских и латинском языках.

Его заслуги при жизни получили неоднократное высокое международное признание в виде почетного членства в ряде ведущих научно-технических обществ Европы. А на Родине его заслуги были отмечены девятью орденами высшего достоинства в дореволюционный период и пятью высокими советскими наградами, причем два раза — высшими: Звездой Героя Социалистического Труда и орденом Ленина.

Несомненно, нельзя не сказать об интеллектуальных традициях семьи, из которой вышел Алексей Николаевич. Родство со знаменитым родом Ляпуновых — представителей передовой русской интеллигенции с материнской сто-

роны и влияние отца — бывшего офицера и вольнодумца — не могли не сказаться на формировании основ личности будущего «адмирала корабельной науки».

Но, говоря об Алексее Николаевиче Крылове, все равно приходится говорить и о влиянии на его становление неких причин нематериального характера, а также о закономерностях истории России в целом.

Одна из таинственных причин явления людей, подобных А. Н. Крылову, кроется, возможно, и в неких особенностях русского характера. Еще раз вспомним о том, что Алексей Николаевич родился и вырос на Волге. Его первые детские впечатления были связаны, как это принято говорить, с «большой водой». Возможно, неслучайно целый ряд выдающихся деятелей кораблестроения прошлого и современности имеет свои корни также здесь, на волжских просторах или они просто выросли возле той или иной «большой воды» как, например, академик РАН В. М. Пашин или выдающийся конструктор не имеющих и сегодня аналогов подводных кораблей Ю. М. Коновалов, и некоторые другие.

Если же рассуждать об общесторических закономерностях формирования и явления А. Н. Крылова, нельзя не отметить, что Алексею Николаевичу повезло жить и творить именно в то время, когда его гений оказался максимально востребован: в эпоху кризиса государства и нового государственного строительства, которая всегда неизбежно связана в России с усилением и ростом системообразующей роли кораблестроения.

Поэтому представляется закономерным, хотя сегодня такая позиция непопулярна, что Алексей Николаевич сразу и безоговорочно принял советскую власть и преданно работал во благо нового государства до последней минуты своей жизни. А ведь такое решение оказалось сопряжено для него и с личной драмой: двое его сыновей погибли на фронтах Гражданской войны, воюя в составе Белой армии. Сам он определял свою позицию по этому вопросу в 1941 г. после получения Сталинской премии так: «Сейчас (т. е. в советское время при сравнении с дореволюционным) ученый работает на народ; он решает задачи гигантского строительства, он создает новую промышленность, новую технику. ...Впервые в нашей стране ученый стал подлинно государственным деятелем...». Возможно, кому-то это высказывание великого ученого покажется только проявлением политического подбострастия, однако та историческая эпоха действительно требовала активнейшего участия людей науки в обновлении страны, а трепетное почти в буквальном смысле слова отношение руководителей страны, начиная

с В. И. Ленина, к высококвалифицированным специалистам — хорошо известный исторический факт.

При этом свой *государственный патриотизм* при безусловном понимании роли судостроения и военного кораблестроения для национальной безопасности страны А. Н. Крылов проявлял не раз и до 1917 г. Характерна в этом смысле, например, его служебная записка «Об аренде иностранцами русских заводов», поданная товарищу морского министра в 1910 г. конфиденциально. Этот небольшой текст посвящен активно обсуждавшимся в то время вопросам, как бы мы сегодня сказали, о привлечении иностранных инвестиций и иностранных фирм к выполнению намеченных отечественных судостроительных программ, а также о предпочтении для их выполнения частных заводов перед государственными или «казенными», как их принято было тогда называть. В «Записке» генерал-майора А. Н. Крылова в жесткой ультимативной форме было сказано о неприемлемости таких решений, так как первое отдавало «во власть и под контроль иностранцев существенную часть государственной обороны», а второе способствовало «возможности существующим синдикатам диктовать свои условия Морскому министерству...», что также связано с вопросами национальной безопасности. Все сказанное звучит более чем современно сегодня, когда разговор об иностранных инвестициях не только в судостроении стал своего рода экономическим заклинанием, другим таким же заклинанием стали рассуждения различного рода экспертов о государстве как неэффективном собственнике, а заводы отрасли подверглись практически тотальному акционированию, т. е. являются частными.

Вся деятельность А. Н. Крылова свидетельствует о присущем мышлению и собственно личности этого великого ученого и инженера особом свойстве системности.

Особым свойством этой системности являлось стратегическое мышление ученого. Целеполагание и планирование на основании накопленного опыта он считал необходимыми для развития любой отрасли науки и производства и, прежде всего, для кораблестроения. «Использование накопленного опыта, — писал он в 1906 г., — есть главный залог успеха во всяком деле, а в особенности в таком, как военное судостроение. ...недостаток данных дает себя чувствовать самым коренным образом, как только приступят к обсуждению любого проекта. Главная этому причина — отсутствие единого плана, единой системы и определенно и точно намеченной цели...». Сегодня и эти слова нашего великого соотечественника, к сожалению, звучат более

чем актуально. Понятие «планирование» в силу социально-политических причин, особенно в 1990-е гг., оказалось вытеснено как из словаря государственного управления, так и из самой его практики не только в сфере кораблестроения. Эволюционный ход развития отрасли оказался во многом нарушен. И государство оказалось вынуждено и настроено, будем надеяться, всерьез решать, накопившиеся проблемы, как в области военно-морской составляющей стратегической безопасности России, так и гражданского судостроения.

Говоря о системном характере творчества и всей деятельности А. Н. Крылова, нельзя не вспомнить и ряд идей, которые Алексей Николаевич настойчиво и успешно проводил в жизнь и которые оказались современны в наши дни, например, об экономической целесообразности как необходимой составляющей организации судостроения. Идея о повышенном внимании к эксплуатационно-экономической стороне технического проекта судна была им озвучена особенно отчетливо во время первой конференции по мелкому судостроению, организованной правлением ВНИТОСС, которое возглавлял А. Н. Крылов, в 1938 г. При этом академик Крылов никогда не путал экономическую целесообразность, привнесенную в технический проект судна или корабля просто с его коммерческой выгодой. Например, одной из главных причин известной катастрофы века — гибели «Титаника» ученый считал излишнее увлечение заказчика, как бы мы его сегодня назвали, именно последним экономическим обстоятельством. Об этом он популярно и увлекательно рассказано в известной книге «Некоторые случаи гибели и аварий судов».

Более чем современно звучат сегодня также мысли А. Н. Крылова, высказанные им еще в 1916 г., уже о законах, говоря современным языком, конкурентоспособности отечественного судостроения. На одном из собраний Союза морских инженеров во время дискуссии он своевременно подчеркнул, что вопрос развития отечественной судостроительной промышленности непосредственно связан с мореходством и торговлей, а значит, с общим развитием производительных сил в стране.

И, наконец, здесь же нельзя не сказать еще об одной важнейшей черте мировоззрения Крылова — ученого, кораблестроителя, инженера, которую, наверное, не совсем точно можно было бы назвать гуманизмом или нравственностью. Посвятив всю свою жизнь созданию собственно флота, прежде всего военно-морского, Алексей Николаевич никогда не забывал о том, что корабли ведут в поход люди. И для обеспечения боеспособности флота, писал ученый

в своем очерке «Командировка за границу», важнее всего «люди и тот флаг, который вы поднимите и за который они должны сражаться. ...Каков флаг, так и вы и люди».

Идея высокой осмысленности служения своему делу, способность жить прежде всего этим делом даже вопреки личным обстоятельствам была присуща самому Алексею Николаевичу Крылову. И эта черта его выдающейся личности служила, несомненно, одной из основ для еще одной его основополагающей черты, о которой, после всего сказанного, вроде бы говорить уже излишне — *высочайшем профессионализме*, проявляемом в любой области, которой он занимался.

Размышления о выдающейся деятельности А. Н. Крылова будут выглядеть незавершенно, если обойти вниманием еще одну ее важнейшую сторону — участие в управлении наукой, производством и образованием. Эта деятельность стала для него одной из ведущих в советский период. Именно в этой области все упомянутые выше «три кита» его многогранного таланта: государственный патриотизм, системность личности и мышления, а также высочайший профессионализм получили свое особое воплощение. Она осуществлялась как в конкретных административных должностях (начальник Военно-Морской академии в 1919—1920-х гг.) и в виде отдельных временных поручений советского правительства (уполномоченный в период упомянутой заграничной командировки 1921—1927 гг.), так и при занятии целого ряда руководящих постов в сфере научно-общественной деятельности: во главе комиссий АН СССР, координировавших важнейшие направления научно-промышленного развития страны и перестройки самой Академии, а также ее институтов — Физико-математического и Института физики. Но наиболее концентрированно, А. Н. Крылов проявил себя в этом смысле на посту председателя президиума правления уже упомянутого нами ВНИТОСС — Всесоюзного научного инженерно-технического общества судоходства и судостроения, правление которого он возглавлял, начиная с 1932 г. и формально вплоть до своей кончины в 1945 г. При этом целом десятилетие А. Н. Крылов (до его болезни в 1942 г. и в связи с эвакуацией и войной) был реальным лидером этой научно-общественной организации, которая под его руководством играла одну из первостепенных и значимых ролей в деле развития кораблестроительных науки, производства и образования у нас в стране и не только их.

Приоритетным направлением деятельности Общества под руководством А. Н. Крылова стала по существу

модернизация судостроительной промышленности. Вспомним, что именно на конец 1920-х и 1930-е гг. пришлось реализация новых судостроительных программ СССР. Это были годы создания отечественного гражданского флота и возрождения практически с «нуля» военно-морского. И Ленинград, где работало ВНИТОСС, стал главным центром этого возрождения. Уже в первый год работы А. Н. Крылова во главе Общества на предприятиях отрасли было создано более двух десятков его ячеек численностью более 1200 человек. Повсеместное и многостороннее укрепление научно-производственных связей, научно-технологическое обеспечение развития судостроения, например, внедрение таких передовых на тот период методов, как электросварка корпуса судна или методы скоростной постройки судов и др. на производство, стали главным содержанием работы членов Общества на заводах, а также на его мероприятиях в предвоенное десятилетие. В то же самое время получила развитие и идея экономического подхода к строительству судов, о чем уже говорилось. Вопросы оптимальной организации кораблестроительного образования также оставались в поле зрения членов Общества. Но ни на секунду не останавливалась и научная работа.

Непредвзятым историкам — тем, которые не делят историю на «нашу» и «не нашу» — хорошо известна проблема кадрового голода, которые испытывала новая власть в первые десятилетия своего существования. Тем ценнее и востребованнее являлся опыт специалистов старого и только нарождавшегося нового поколения инженеров, а также квалифицированных рабочих, объединенных в научно-технические общества по отраслевому принципу. Эти научно-общественные организации играли роль своего рода соорганизаторов индустриализации, т. е. той самой радикальной модернизации народного хозяйства страны. Образно говоря, они представляли собой своего рода общественное «правительство специалистов», о котором так патетично вещала наша пресса в годы «перестройки». И, разумеется, Общество судостроителей — представителей системообразующей отрасли для модернизации экономики под руководством такого столпа отечественной науки и судостроительной практики, как Алексей Николаевич Крылов, играло среди этих организаций одну из ведущих ролей.

В этом видится особое и непреходящее значение деятельности А. Н. Крылова для истории нашей страны в целом, основой которой всегда являлась промышленная история. А. Н. Крылова следует назвать одним из основателей системы советского судостроения, а также одним из наиболее выдающихся

сы представителей и родоначальников социально-экономической советской парадигмы «инженер как управленец». Этот подход к формированию всей системы государственного управления, в соответствии с логикой социально-экономического развития государства, руководители страны последовательно осуществляли в советский период и, особенно, в ходе нашей послевоенной истории вплоть до «перестройки».

Следует признать, что задача организации жизнеспособной системы взаимодействия учреждений и промышленных производств с фундаментальными и отраслевыми науками, а также государственной нормативной базой, которая соответствовала национальным интересам страны, была наиболее успешно решена именно на определенном этапе советской истории. К развитию судостроения и ряда других высокотехнологичных отраслей промышленности СССР особенно в 1960–1980-е гг. эта оценка относится в полной мере. И не вызывает сомнения, что научно-управленческая деятельность А. Н. Крылова, основанная на ряде базовых идей об организации судостроения, высказанных им еще до 1917 г., составила базу формирования системного характера нашей отрасли, а также не могла не оказать своего влияния на формирование такой же системы в рамках народного хозяйства в целом.

Вспомним и о том, что звание «инженер» в 1930-е гг., так же как и будущие послевоенные годы, стало почти в буквальном смысле слова почетным для молодежи, поскольку профессия вышла тогда на первое место в числе общественно востребованных. В этих условиях сам А. Н. Крылов, целый ряд выдающихся ученых и специалистов прежней формации, работавших, в том числе и под его руководством, могли транслировать свои знания и лучшие черты личности на массовую аудиторию уже советского инженерного корпуса. Так были сохранены и творчески переработаны традиции русского инженерного дела и обеспечена преемственность в развитии ряда естественно-технических наук.

Сам Алексей Николаевич Крылов называл в числе своих учеников таких выдающихся деятелей кораблестроения, как академик Ю. А. Шиманский, профессор И. Г. Бубнова и П. Ф. Папковича. К «школе» академика А. Н. Крылова специалисты также относят академика В. Л. Поздюнина, профессоров А. И. Балкашина, В. Г. Власова, Г. Е. Павленко, Н. Н. Матусевича и целый ряд других имен, прославивших отечественную науку. Но, исходя из сказанного, к «школе» А. Н. Крылова можно смело отнести и целый ряд представителей управления кораблестроительной отраслью нескольких поколений, как ведущих конструкторов, так и руково-

дителей производств и самой отрасли.

Определяющие черты гения А. Н. Крылова, стали своего рода эталонной личностью, следовать которому являлось негласным правилом для этой плеяды кораблестроителей, ученых и руководителей. А философия его подхода к тому, каким быть судостроению и инженерному труду в целом, как должна работать наука для отрасли, определила основные черты стиля их деятельности.

Особого рода государственная ответственность — вот, пожалуй, то действительно главное свойство личности, которое роднит эти поколения руководителей судостроения, да и многих других отраслей промышленности с нашим великим предшественником. Зная цену этой ответственности, эти руководители никогда не боялись брать ее на себя. Системность мышления как отличительное свойство талантливого российского управленца и специалиста, которое до сих пор признается за рубежом отечественным «ноу-хау», не позволяло этим руководителям отделять судьбы той или иной отрасли от хода развития всей страны, как бы сложно не складывались порой их отношения с государством.

Можно смело утверждать: в составе тех руководителей, о которых здесь идет речь, случайных людей практически не было. И, прежде всего, снова система советского кораблестроительного образования, в формировании которой А. Н. Крылов принял самое активное участие, уровень квалификации, задали практически на век вперед тот высокий эталон универсального профессионализма российских судостроителей, в первую очередь руководителей отрасли, который по праву остается нашей уникальной особенностью и сегодня.

В условиях активного развития военно-технического сотрудничества в последние годы и общения с зарубежными специалистами эта особенность наших, к примеру, директоров не раз обнаруживала себя. Знание широкого спектра научно-технических проблем судостроения, ключевых моментов технологии организации производства, и в то же самое время самих технологий не раз удивляли многих зарубежных партнеров. Но ведь практически все наши директора прежде были главными инженерами производств. И такие инженеры, ряд из которых стали академиками, — это действительно сугубо российский феномен, который и обеспечивает общую организацию российского судостроения на уровне мировых требований.

Этот же стандарт личности и управленческой деятельности руководителей нашего производства, которым мы во многом обязаны выдающейся деятельностью А. Н. Крылова, еще раз доказал свою эффективность в 1990-е гг. — период очередного социально-экономического перелома в России. Многие

руководители, кого в те годы публично и в прессе именовали «красными директорами» и обвиняли в зарегулированности правилами командной экономики, стойко и успешно прошли через кризисный период и сегодня ведут свои коллективы или, как принято говорить теперь, фирмы к новым рубежам достижений.

В этот же период доказал свою прогностическую ценность и ряд принципов управления научно-производственной деятельностью, провозглашенные А. Н. Крыловым еще в 1930-е гг. Так, например, соединение в единое, системное целое техники, технологий, организации и экономики судостроительного производства вывело за короткий период времени целый ряд предприятий судостроительной отрасли на должный уровень конкурентоспособности в соответствии с мировыми требованиями.

Сегодня принято говорить об управлении как факторе первостепенной важности для любой успешно работающей экономической системы. Впрочем, сам Алексей Николаевич и поколения его последователей, о которых мы сегодня говорим, никогда не подходили к развитию своих отраслей знаний и производства, а также всей страны односторонне и утилитарно. Поэтому мировоззренческий вопрос о роли личности в истории, о том, кто возглавит ту или иную область знаний или производства, не теряет своей актуальности, если мы говорим об истории высокотехнологичного развития России. И эта история продолжается сегодня.

Ученик должен превзойти учителя — таково правило жизнеспособности любого общества. Сегодня поколение ученых и управленцев, воспитанных в традиции «школы Крылова», постепенно оставляет свои посты. Имена Б. Е. Бутымы, И. С. Белоусова, Ю. Г. Деревянко, М. В. Егорова, В. Г. Карзова, А. М. Редькина, Л. А. Резунова, П. А. Черновверхского, В. А. Чмыря, В. Н. Дубровского, А. В. Иванова, Б. Е. Клопотова, В. С. Харитоновна, В. Ф. Бабанина, М. К. Глозмана, В. М. Мудрова, Н. А. Федорова, В. В. Войтецкого, В. И. Неганова, П. П. Пустынцева, В. Н. Пялова, Н. П. Сытова, А. А. Шушерова, Е. И. Юхнина, В. Е. Юхнина, Ю. Ф. Ярова, С. М. Бавилина, Ю. М. Коновалова, Ю. Н. Кормилицина, Е. С. Корсукова, Д. Г. Соколова, И. В. Горынина, Н. Н. Исанина, В. М. Пашина, В. Г. Пешехонова, С. Н. Ковалева, И. Д. Спасского и многих других наших выдающихся судостроителей, как ушедших, так и работающих сегодня, составляют «золотой фонд» истории судостроения и промышленности России второй половины XX в. и начала века XXI-го. Каждый из них, безусловно, может быть назван, в той или иной степени последователем Алексея Николаевича Крылова. ■

**В** СССР в начале 70-х гг. проектировались и строились в основном боевые надводные корабли противолодочного назначения. Это – проекты 61, 1135, 1134 А, 1134 Б, 1123. Корабли УРО пр. 58 и пр. 1134 были, скорее, исключением, да и их количество в серии было незначительно (по четыре единицы).

Такое положение объяснялось взглядами Н. С. Хрущева на крупные надводные корабли и необходимостью больших затрат на их создание. Государство не могло выделить достаточного количества сил и средств на ВМФ, так как создавались другие эффективные средства для защиты страны в «холодной войне», определяющие разработанную тогда военную доктрину.

В 1959 г. в Советском Союзе была завершена постройка первого в мире надводного корабля с атомной энергетической установкой (АЭУ) – ледокола «Ленин», а в США в 1961 г. был построен и введен в состав ВМС первый атомный крейсер УРО «Лонг-Бич».

Именно это позволило в 1963 г. начать исследовательские работы по определению облика первого отечественного боевого надводного корабля с АЭУ. ВМФ СССР был необходим океанский надводный корабль, способный действовать в удаленных районах Мирового океана в составе группировок и самостоятельно, а также решать в основном с противолодочные задачи.

Исследования, которые велись институтами ВМФ, завершились оперативно-тактическим заданием (ОТЗ) на разработку боевого надводного корабля с АЭУ водоизмещением 8000 т. ОТЗ на проектирование этого корабля было разработано и утверждено в июле 1963 г. Это позволило в десятилетней программе военного кораблестроения (1963–1964 гг.) предусмотреть разработку эскизного (1965 г.) и технического (1966 г.) проектов первого отечественного боевого надводного корабля с атомной паропроизводящей установкой.

Одновременно в те же годы на основе опыта строительства боевого надводного корабля пр. 61 в Северном ПКБ были начаты проектно-исследовательские работы по использованию в составе главной энергетической установки корабля атомной маршевой ее части в составе одного водородного реактора и двух паровых турбин мощностью до 22 000 л.с., позволяющих развивать кораблю ход до 24 уз. В качестве форсажной части использовались всережимные газотурбинные установки М-3. Решение главной боевой задачи корабля – ведение боевых действий в удаленных районах могло быть обеспечено при использовании новейших по тому времени комплексов ПВО, УРО и ПЛО.

В результате этих работ были сформулированы предложения бюро в виде проекта корабля водоизмещением

## ТЯЖЕЛЫЙ АТОМНЫЙ РАКЕТНЫЙ КРЕЙСЕР ПР. 1144 («ОРЛАН»)

*В. Е. Юхнин, д-р техн. наук, проф., академик Российской инженерной академии, генеральный конструктор Северного ПКБ (1979–2012 гг.), контакт. тел. (812) 936 71 32, 784 76 74*

ок. 10 000 т с маршевой АЭУ и форсажной частью с газотурбинной установкой. Эта проработка носила номер 61А.

Тогда же в бюро начались проектные проработки по пр. 1144. В начальный период эти работы проводились под руководством главного конструктора В. А. Никитина. Были выполнены предварительные чертежи общего расположения и расчеты нагрузки, т. е. определены водоизмещение корабля и его главные размеры.

Учитывая, что к этому времени главным конструктором Б. И. Купенским и его группой уже велись работы по пр. 61А, дальнейшую разработку атомного крейсера пр. 1144 поручили ему. В 1965 г. ВМФ направил ТТЗ на проектирование корабля пр. 1144 для согласования с промышленностью.

Одновременно институты ВМФ получили указание главкома ВМФ о выдаче заданий предприятиям оборонного комплекса на создание предусмотренных ТТЗ образцов вооружения и военной техники.

Согласование заданий с промышленностью затягивалось по причине новизны основных образцов вооружения и военной техники. Одним из основных проблемных вопросов оставались выбор типа и состава главной энергетической установки (ГЭУ).

Идею совместного использования атомной и газотурбинной установок не поддерживали ведущие специалисты флота из-за необходимости обеспечения длительной скорости полного хода (до 30 уз), а также высоконапряженного графика использования мощности установок при решении поисковых задач. Это не позволило в дальнейших работах применить комбинированную ГЭУ пр. 61А и заставило искать все новые и новые варианты АЭУ и в первую очередь ее паропроизводительной части. Лодочные и ледокольные АЭУ не годились, так как необходимое увеличение паропроизводительности за счет количества реакторов не позволяло найти приемлемое решение по компоновке и водоизмещению боевого надводного корабля.

Именно поэтому бюро остановилось на разработке специальной паропроизводящей установки в составе одного или двух реакторов мощностью 600 МВт. В дальнейшем рассматривались одно- и двухреакторные установки. Однако по соображениям эксплуатационной и боевой надежности главная атомная паропроизводящая установка была принята в составе двух реакторов мощностью

2×300 МВт. В качестве главных двигателей были приняты две однокорпусные турбины мощностью 2×70 000 л.с., а также резервная котельная установка на органическом топливе, обеспечивающая аварийный ход корабля до 18 уз. На этом настаивал лично С. Г. Горшков, обосновывая это требование тем, что могут быть приняты какие-то международные соглашения, запрещающие прохождение кораблей с АЭУ по проливам Балтийского моря и другим, а также необходимости обеспечения хода кораблю в возможных аварийных ситуациях.

Запас топлива для этих котлов был принят в 1118 т, что позволяло кораблю 18-узловым ходом иметь дальность 1100 миль.

Согласование ТТЗ длилось почти два года на базе Северного ПКБ и завершилось только в январе 1967 г. В феврале того же года ТТЗ было согласовано с Центральными управлениями ВМФ, министерствами и Главатомэнерго и представлено в Минсудпром на согласование.

В апреле 1967 г. состоялось рассмотрение хода проектирования пр. 1144 у Главнокомандующего ВМФ С. Г. Горшкова, после чего последовало совместное указание ВМФ и Минсудпрома о дополнительном исследовании боевой эффективности корабля институтами ВМФ и промышленности.

Целью НИР были анализ и выбор оптимального состава вооружения корабля для выполнения дальнейших проектных проработок.

При этом следовало исходить из условия необходимости обеспечения военно-экономической эффективности по критерию стоимости решения поставленных задач. Одной из важнейших задач стало формирование комплекса средств ПВО, их отражающих массивные атаки средств воздушного нападения вероятного противника. В качестве основного комплекса ПВО были приняты многоканальный ракетный комплекс (96 ракет) большой дальности С-300 Ф, а также одноканальный комплекс ближнего боя (40 ракет), две артиллерийские установки калибром 100 мм и 8 малокалиберных автоматов для поражения провавшихся целей.

При определении состава комплекса средств противолодочного вооружения корабля, исходили в основном из условия получения высокого поискового потенциала и исключения в дуэльной си-

туации преимущества подводных лодок из-за сложившегося соотношения дальности хода лодочных торпед и дальности обнаружения ГАС надводного корабля в пользу подводных лодок (отражение ударов ракетоторпедами рассматривалось при оценке эффективности средств ПВО). Это условие достигалось за счет использования ГАС, способной выходить во вторичную зону акустической освещенности, вертолетов ПЛО и соответствующего по дальности стрельбы ракетоторпедного вооружения.

Проектируемые и строящиеся в те годы противолодочные корабли достаточно эффективного ударного вооружения не несли, что существенно снижало их боевую эффективность.

В НИР «Орлан-П» был сформулировано условие, в соответствии с которым боевая дальность устанавливаемого комплекса должна обеспечивать кораблю способность удерживать АУГ противника на достаточном удалении. Это удаление должно существенно снижать эффективность воздействия авиации и повышать таким образом боевую устойчивость корабля для решения поставленных задач.

В этот период отечественный опыт, а также зарубежные сведения говорили о необходимости поиска принципиально новых решений формирования комплексов вооружения по организации контуров ПВО, УРО и ПЛО за счет оптимальной организации процессов обнаружения, обработки информации, целераспределения и целеуказания, при этом существенно повысить их боевую эффективность и, в первую очередь обеспечить снижение работного времени комплекса от момента обнаружения до поражения целей.

Материалы исследования по НИР «Орлан», а также проектные проработки были представлены ВМФ и Минсудпрому. Заключение по ним центральных управлений и Главного управления кораблестроения ВМФ были рассмотрены 31 июля 1968 г. Главкомом было дано указание о выдаче промышленности утвержденного ТТЗ на эскизный проект (утверждено С. Г. Горшковым 14.08.1968 г.).

В процессе завершения эскизного пр. 1144 (1969 г.) НИР «Орлан-1», проектно-исследовательских работ совместно с институтами ВМФ и промышленности, разработки технического проекта (1972 г.) окончательно определился состав вооружения, энергетики и оборудования корабля, были приняты основные технические решения по общему расположению и архитектуре корабля, а по специализациям решены важнейшие технические и конструктивные проблемы.

Предприятия многих министерств и ведомств приступили к многочисленным НИР и ОКР. Северным ПКБ к этому времени были организованы разработка и создание новых опытных

и головных образцов вооружения энергетики и оборудования корабля. В целом требовалось организовать работу ок. 400 заводов Советского Союза и более 200 предприятий для того, чтобы завершить проектирование и приступить к строительству головного корабля.

Совместно с институтами ВМФ и промышленности были найдены оптимальные технические решения по достижению высоких показателей мореходности, ходовых качеств, управляемости и живучести корабля, а также по снижению его физических полей. Все это позволило существенно повысить уровень использования оружия в штормовых условиях. Значительная доля организаторской работы в бюро по пр. 1144 принадлежит главному конструктору проекта Б. И. Куленскому, его заместителем А. А. Терентьеву и В. Е. Юхнину, а также многим ведущим специалистам Северного ПКБ.

Созданный координационный центр бюро подготовил, согласовал с министерством и представил правительству и ЦК КПСС решения о проектировании и строительстве корабля и создании его основного вооружения и оборудования. Были разработаны комплексные планы и графики в обеспечение строительства головного корабля и поставки опытных и головных образцов техники, а также необходимого оборудования и материалов. Для этого в координационном центре при группе главного конструктора собиралась и обрабатывалась вся информация о ходе создания основных образцов вооружения и специальной техники. В целом Северным ПКБ при создании первого тяжелого атомного крейсера, не имеющего аналогов как в отечественном, так и зарубежном кораблестроении, решалась стратегическая задача по созданию комплекса «корабль–оружие».

Большое количество сложнейших комплексов вооружения, в том числе радиоэлектронного, оборудования АЭУ, пусковых установок, обеспечивающих вертикальный (ЗУРО С-300 Ф) и наклонный (УРО «Гранит») пуск, мощного АГАС с буксируемым носителем, значительное количество (ок. 100) антенных постов различного назначения и другого потребовало от проектанта корабля нового подхода к поиску принципиально иных конструкторских решений и разработки особого архитектурного типа корабля.

При создании корабля пр. 1144 широко применялись испытания опытных и макетных образцов основных видов комплектующего оборудования. Так, корабельный комплекс С-300Ф был предварительно изготовлен и испытан на БПК пр. 1134Б (БПК «Азов», зав. № 2004), для отработки старта ракет УРО «Гранит» создан береговой стенд БСГ-2, на котором испытывались основные элементы комплекса, включая «мокрый» старт ракеты.



**Тяжелый атомный ракетный крейсер пр. 1144 («Орлан»)**

Уникальное спуско-подъемное устройство (СПУ) буксируемой антенны ГАС «Полином» испытывалось на опытовом корабле пр. 159 в уменьшенном масштабе. На полигонах проверялись элементы конструктивной защиты (бронирование) жизненно важных элементов корабля.

Головной корабль пр. 1144 («Орлан») был заложен на Балтийском заводе в сентябре 1973 г. Особенностью его строительства было исполнение заводом значительного объема работ по изготовлению сложных агрегатов АЭУ, оборудования паротурбинной установки, другого оборудования и устройств, а также большой номенклатуры изделий машиностроения.

Спуск корабля состоялся в декабре 1977 г., в апреле–мае 1979 г. были успешно проведены швартовные испытания его АЭУ.

Достройка и швартовные испытания продолжались до мая 1980 г., после чего корабль был переведен в Кронштадтский док для установки гребных винтов, донно-бортовой арматуры, покраски подводной части и др. Одновременно завершались монтаж и швартовные испытания всех видов вооружения и оборудования.

В июле 1980 г. корабль был переведен на Кронштадтский рейд для магнитной обработки и измерений, а затем перешел своим ходом под АППУ на специальный полигон ВМФ, где были выполнены измерения и регулировка МП, ЭМП, ЭП, ГП и уровни акустического шума корабля, а также уровень помех работе ГАС.

Затем корабль перешел в Балтийск, а в сентябре 1980 г. перешел в Североморск. Во время перехода в Норвежском море были испытаны АГАС «Полином», в том числе на дальность обнаружения ПЛ в дальней зоне акустической освещенности.

В декабре 1980 г. были завершены государственные испытания комплексов вооружения корабля, приемный акт был подписан 31 декабря 1980 г. и после устранения замечаний правительственной комиссии корабль принят в состав ВМФ СССР.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вместе с флотом России: К 65-летию ОАО «Северное КБ» / В. Е. Юхнин, председатель редак. совета. Под общей редак. В. И. Спиридопуло. – СПб.: ИД «Информ ВС». 2011.
2. Белоголов В. В., Терентьев А. А. Материалы по истории Северного ПКБ, ч. 12: Создание ракетных кораблей третьего поколения, 1997. ■

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 **Ключевые слова:** СФ «Алмаз», история, современность

**Л.Г. Грабовец. Судостроительной фирме «Алмаз» 80 лет // Морской вестник. 2013. № 3. С. 1**

Изложена история возникновения и развития судостроительной фирмы «Алмаз», одного из современных судостроительных предприятий России. Особое внимание уделено продукции предприятия – малым катерам с деревянным корпусом, «малым охотникам», сыгравшим огромную роль в годы Великой Отечественной войны, и, конечно, современным ракетным катерам, востребованным ВМФ РФ и ВМС других стран. Ил. 25

УДК 629.5.024:658.531 **Ключевые слова:** СЗ «Северная верфь», реконструкция, инвестиции, два потока

**Ю.Н. Таратонов. Инновационный подход к судостроительному предприятию // Морской вестник. 2013. № 3. С. 15**

Знакомит с проектом инвестиционного развития мощностей «Северной верфи» без остановки производства. Ил. 5

УДК 621.833:629.5.083.5 **Ключевые слова:** вооружение, военная техника, техническое обслуживание, ремонт, терминология, несогласованность

**Г.Н. Муру. О терминологии в среде технического обслуживания и ремонта вооружения и военной техники ВМФ // Морской вестник. 2013. № 3. С. 20**

Об актуальной проблеме – нечеткости нормативных понятий, возникшей в результате отмены действовавшей системы плановых заводских ремонтов и изменения органов управления эксплуатацией, технического обслуживания и ремонта кораблей и судов. Приведены конкретные примеры возникающих разночтений терминов, нечеткости определения используемых терминов, что затрудняет общение с иностранными изготовителями оборудования. Предложено определить полномочный орган, который отвечал бы за формирование и реализацию единой технической политики. Библиогр. 2.

УДК 629.561.5 **Ключевые слова:** ледокол, пр. 21900, модернизация

**С.А. Милавин. Почему «Владивосток», «Мурманск» и «Новороссийск» не «Москва» и «Санкт-Петербург»? // Морской вестник. 2013. № 3. С. 25**

Знакомит с опытом модернизации ледоколов пр. 21900. Особое внимание уделено результатам работы, сделанной совместно эксплуатационниками и проектировщиками. Ил. 6.

УДК 629.5:621.039.5 **Ключевые слова:** универсальный десантный корабль (УДК), «Мистраль», «Хуан Карлос I»

**В.С. Казёнов. Универсальные десантные ко-**

**рабли: обзор и перспективы развития // Морской вестник. 2013. № 3. С. 27**

Знакомит с появлением проектов универсальных десантных кораблей, их особенностями. Речь идет прежде всего о французском «Мистрале» и испанском «Хуан Карлос I». Приведены их ТТХ. Особое внимание уделено условиям их эксплуатации ВМФ РФ, необходимости модернизации и производственным возможностям в РФ. Т. 1. Продолжение следует.

УДК 621.039.5 **Ключевые слова:** NorShipping–2013. обзор экспонатов, итоги, впечатления

**Е.А. Горин, К.С. Чернов. Морские технологии на NorShipping–2013: достижения и проблемы // Морской вестник. 2013. № 3. С. 33**

Знакомит с экспонатами традиционной норвежской выставки, судами, представленными на ней, победителями премий в ряде номинаций, в том числе «Судно года». Также проанализированы основные тенденции в инновационном развитии судостроения в мире. Т. 4. Ил. 11.

УДК 629.12 **Ключевые слова:** суда внутреннего плавания, суда смешанного река-море плавания, нефтеналивное судно «Волгонефть», анализ риска, опасность, ущерб, проектирование, надежность

**Г.В. Егоров, А.Г. Егоров. Анализ риска и надежности нефтеналивных судов типа «Волгонефть» проектов 558/550 и 1577/550А // Морской вестник. 2013. № 3. С. 39**

Выполнен анализ произошедших с 1991 по 2012 г. 169 аварийных случаев с судами «Волгонефть» пр. 550, 550 А, 558, 1577. Выявлены основные опасности, приведшие к авариям и катастрофам. Отмечается устойчивый рост аварийности судов старше 20 лет с пиком аварий судов возрастом 30 лет. Главные экологические проблемы судов типа «Волгонефть» – высота второго дна, не удовлетворяющая требованиям Кодекса МАРПОЛ, избыточные длины грузовых танков и отсутствие отстойных танков. По сути, эти суда не должны были работать в море на перевозках тяжелой нефти и нефтепродуктов, т.е. грузов плотностью 0,900 т/м<sup>3</sup> и более уже с 2008 г. Предложено несколько вариантов решения проблемы, которые смогут «сгладить» ситуацию переходного периода. Но в долгосрочном плане обеспечение устойчивых безопасных перевозок нефти и нефтепродуктов на танкерах смешанного река-море плавания возможно только за счет нового судостроения. Т. 5. Библиогр. 14 назв.

УДК 621.43 **Ключевые слова:** ЗАО «МНС», энергосистема, малая энергетика, автономное энергоснабжение

**Е.Б. Васильев, Д.А. Губницын. Современные энергосистемы объектов морской инфраструктуры // Морской вестник. 2013. № 3. С. 47**

Рассмотрены направления работы ЗАО «Морские

Навигационные Системы» по созданию оборудования для автономного электроснабжения, установок для генерации и резервирования энергоснабжения. Проанализированы процессы когенерации тригенерации электро- и теплоэнергии, положенные в основу достаточно сложных технических устройств, позволяющих наиболее эффективно экономить топливо. Обозначены компетенции МНС-Энергосистема. Ил. 3

УДК 629.12 **Ключевые слова:** судоремонтное предприятие, эффективность, методика прогнозирования, электропотребление, корреляционные функции и коэффициенты, узлы нагрузки, потребители электроэнергии, графики электрической нагрузки

**В.М. Приходько, М.Л. Ивлев, И.В. Приходько. Эффективность методики прогнозирования электропотребления судоремонтным предприятием // Морской вестник. 2013. № 3. С. 51**

На основе анализа графиков нагрузки судоремонтного предприятия предложена методика прогнозирования величины заявленной мощности, базирующаяся на обработке статистических данных предыдущих периодов и планируемых основных производственных и прогнозируемых природных факторов. Методика отличается простотой, а ее применение позволяет с достаточной точностью определять планируемые величины, используемые предприятием в расчетах с энергоснабжающей организацией, избегая штрафных санкций к предприятию за отклонения фактических объемов потребления от планируемых. Т. 2. Ил. 8. Библиогр. 10 назв.

УДК 656.61 **Ключевые слова:** масло Б-3В, блок сепарации, характеристика и испытание, внедрение

**П.В. Наливкин, С.К. Шин. Сепарация масла Б-3В объемными фильтрующими элементами // Морской вестник. 2013. № 3. С. 59**

Продолжает знакомить с работой ООО «Винета» по созданию блока сепарации БСП-02 для заказов пр. 09717 на замену центробежных сепараторов. Т. 1. Ил. 4

УДК 621.3 **Ключевые слова:** изоляция, нагрузка, морская электротехническая система (ЭЭС)

**С.С. Стародед, М.П. Тихомиров, А.А. Неелов. Развитие методов контроля состояния изоляции в морских электроэнергетических системах // Морской вестник. 2013. № 3. С. 63**

ОАО «Новая Эра» разрабатывает новый образец системы для измерений частичных разрядов с целью контроля состояния изоляции морских электроэнергетических систем. Библиогр. 4 назв.

УДК 339.138:629.5. **Ключевые слова:** морское приборостроение, системы боевого управления, компенсации магнитных полей, инновации



**А.А. Копанев, В.А. Могучий. 130 лет на службе флоту России. К юбилею ОАО «Научно-производственная фирма «Меридиан» // Морской вестник. 2013. № 3. С. 65**

Об образовании предприятия, его развитии, работе в дореволюционный период, в советское время, в том числе во время Великой Отечественной войны, и в настоящее время. Основное внимание уделено направлениям деятельности ОАО «НПФ «Меридиан» в наши дни. Ил. 6.

УДК 681. 51. 015. 517. 9 **Ключевые слова:** комплексирование датчиков, Калмановская фильтрация, системы управления, диагностика отказов, избыточность

**Л.М. Клячко, Н.Н. Тарасов, Г.Э. Острецов. О построении отказоустойчивых информационных систем // Морской вестник. 2013. № 3. С. 69**

Рассмотрен один из возможных подходов к построению отказоустойчивых систем управления, основанных на комплексировании избыточного набора измерителей и установлении в реальном времени недостающих связей между координатами движения. Проведенное моделирование подтверждает работоспособность предложенных алгоритмов в случае отказов одного и даже двух измерителей. Ил. 8. Библиогр. 5 назв.

УДК 681.518 **Ключевые слова:** система, поддержка, слой, идентификатор, судно, информация, управление, движение

**И.В. Телюк. К вопросу создания бортовой системы информационной поддержки судоводителя катамарана смешанного плавания // Морской вестник. 2013. № 3. С. 72**

Предложен подход к созданию бортовой системы, формирующей совет судоводителю при управлении катамараном в аварийных, предаварийных и нештатных ситуациях. Описана иерархия параметров процесса управления и показаны алгоритмы взаимодействия элементов системы информационной поддержки судоводителя. Т. 2. Ил. 3. Библиогр. 4 назв.

УДК.681.51:62–519. **Ключевые слова:** авторулевой, интегрированная мостиковая система, штурвально-рулевая система, навигационные датчики, рулевая машина

**В.М. Амбросовский. Ю.В. Баглюк. А.С. Корнев. Авторулевой в интегрированных мостиковых системах // Морской вестник. 2013. № 3. С. 77**

Обозначены основные тенденции развития современных авторулевых, такие как конструктивная, информационная и функциональная интеграция авторулевого в интегрированную мостиковую систему. Приведены структурные схемы системы управления курсом судна, авторулевого и авторулевого в составе интегрированной мостиковой системы. Т. 1. Ил. 6. Библиогр. 9 назв..

УДК 627.77 **Ключевые слова:** аварийно-спасательное обеспечение, поисково-спасательное обеспечение, комплексный подход, комплексная поисково-спасательная система, Арктический регион, морской объект

**П.Г. Бродский, В.П. Ленков, В.Н. Илюхин. Разработка комплексной поисково-спасательной системы – актуальная задача для раз-**

**вития аварийно-спасательного обеспечения морских объектов в современных условиях // Морской вестник. 2013. № 3. С. 83**

Проанализировано состояние аварийно-спасательного обеспечения морских объектов РФ. Обоснована необходимость разработки комплексной поисково-спасательной системы, предназначенной для обеспечения безопасности морской деятельности РФ на арктическом региональном направлении. Рассмотрены пути реализации требований к комплексной поисково-спасательной системе. Ил. 4. Библиогр. 6 назв.

УДК 627.77 **Ключевые слова:** поисково-спасательная техника и операция, критерии ранжирования, классификационные признаки, лингвистические переменные, экспертные оценки

**А.Б. Сувалов, Е.В. Тарануха. Обоснование методики отбора и структуризации работ в области технических средств поиска и спасения во льдах // Морской вестник. 2013. № 3. С. 87**

В настоящее время в составе аварийно-спасательных служб и формирований федеральных органов исполнительной власти практически отсутствуют специализированные аварийно-спасательные средства и оборудование, способные эффективно решать задачи поиска и спасения на море в экстремальных природно-климатических условиях Арктики. Создание соответствующей поисково-спасательной техники потребует выполнения комплекса таких НИОКР, результаты которых в наибольшей степени отвечали бы поставленным задачам. Для отбора и реструктуризации предполагаемых работ в области технических средств поиска и спасения во льдах предлагается соответствующая методика. Т. 16. Библиогр. 10 назв.

УДК 656.61.052.484 **Ключевые слова:** система менеджмента безопасности, формализованная оценка безопасности, механизм перевода, уровень оценки рисков, состояние субстандартности, безопасное состояние

**Кукуи Фирмин Дживо, Д.В. Сулов. К вопросу перевода судна из субстандартного в безопасное состояние // Морской вестник. 2013. № 3. С. 93**

Описаны общие принципы построения концепции формализованной оценки безопасности и ее реализации в системе менеджмента безопасности (СМБ). Сформулирован перечень требований к сообщениям, поступающим с судна и используемым топ-менеджером компании при составлении сценария перехода судна из субстандартного состояния в безопасное. Рассмотрена возможность реализации технологии управления состоянием безопасности в режиме самоорганизации СМБ с минимизацией рисков, обусловленных техническими отказами, информационными сбоями и ошибками «человеческого элемента», вовлеченного в эту технологию. Библиогр. 4 назв.

УДК 678.026.2–405.8 **Ключевые слова:** продукция, жизненный цикл, технология информационной поддержки

**А.С. Бузаков, Г.А. Емельченков, Б.Л. Резник. Опыт ОАО «Адмиралтейские верфи» по применению современных технологий информационной поддержки жизненного цикла продукции судостроения // Морской вестник. 2013. № 3. С. 99**

Об опыте разработки и внедрения на «Адмиралтейских верфях» интегрированной информационной системы управления предприятием «Адмирал», совершенствования процессов информационной поддержки послепродажного сервисного обслуживания с использованием принципов ИПИ-технологий. Особое внимание уделено проведению реинжиниринга бизнес-процессов системы конструкторско-технологической подготовки производства, развитию системы документооборота, логистической поддержке жизненного цикла изделия. Ил. 5

УДК 629.5.081.4: 061: 2 (100) **Ключевые слова:** малое судно, надводный борт, нормирование, классификационные общества

**А.Г. Назаров. Надводный борт малых судов: особенности оценки и нормирования // Морской вестник. 2013. № 3. С. 102**

Выполнен анализ требований классификационных обществ к надводному борту малых судов. Выработаны подходы к нормированию и предложена диаграмма, предназначенная для назначения высоты надводного борта малых судов. Ил. 7. Библиогр. 20 назв.

УДК 623.746.075.19 **Ключевые слова:** посадка БПЛА, судно, качка

**С.Н. Шаров, С.Г. Толмачев, В.В. Соловьева. Оценка колебаний посадочного устройства беспилотного летательного аппарата в условиях качки судна // Морской вестник. 2013. № 3. С. 107**

Определяется положение захватного приспособления в условиях многокомпонентной качки судна. Рассматривается судовое посадочное устройство беспилотного летательного аппарата (БПЛА) в виде кран-балки, при помощи которой захватное устройство и приборный блок с акселерометрами выносятся за контур судна. Оценивается возможность прогнозирования положения захватного устройства в вертикальной и горизонтальной плоскостях в условиях многокомпонентной качки судна для управления сближением БПЛА с захватным устройством. Ил. 2. Библиогр. 6 назв.

УДК 629.5. **Ключевые слова:** А.Н. Крылов, 150-летие со дня рождения.

**В.Л. Александров. Гений академика А.Н. Крылова: научно-инженерное наследие и вклад в историю страны. К 150-летию со дня рождения // Морской вестник. 2013. № 3. С. 120**

Доклад, посвященный 150-летию академика А.Н. Крылова, был сделан д-ром техн. наук, проф., президентом РосНТО судостроения им. акад. А.Н. Крылова В.Л. Александровым в этом году на выездной сессии РосНТО. В нем говорится не только о научно-инженерном наследии А.Н. Крылова, но и о непреходящей ценности ряда принципов управления научно-производственной деятельностью, провозглашенных этим гениальным ученым и остающихся актуальными и сегодня. Ил. 1. УДК 6295 **Ключевые слова:** Северное ПКБ, проект, надводный корабль, история создания

**В.Е. Юхнин. Тяжелый атомный ракетный крейсер пр. 1144 («Орлан») // Морской вестник. 2013. № 3. С. 127**

Знакомит с историей создания и постройки тяжелого атомного ракетного крейсера «Орлан» пр. 1144. Особое внимание уделено роли и вкладу Северного ПКБ в этот процесс. Ил. 1. Библиогр. 2 назв.

**L.G. Grabovets. Shipbuilding firm «Almaz» is 80 years**

Outlines the history of the emergence and development of the shipbuilding company «Almaz», one of the modern shipbuilding companies in Russia. Special attention is paid to the production of the enterprise – small boats with the wooden hull, «small hunters», which played a huge role in the Great Patriotic War, and, of course, modern missile boats, popular with the Russian Navy and the naval forces of other countries.

**YU.N. Taratov. Innovative approach to the shipbuilding yard**

Introduces the project of investing development of capacities of «The Northern shipyard» without a stop in manufacturing.

**G.N. Muru. About terminology in the technical maintenance and repair of weapons and military equipment of the Navy**

About the actual problem – lack of clarity in the regulatory concepts, arising from the cancellation of the operating system of the planned factory repairs and the modification of the bodies, managing exploitation, maintenance and repair of ships and vessels.

Gives concrete examples of arising discrepancies in terms and unclear definitions of the terms, which makes communication with the foreign equipment manufacturers difficult.

Proposes to identify the authority, responsible for the formation and implementation of the unified technical policy.

**S.A. Milavin. Why «Vladivostok», «Murmansk» and «Novorossiysk», and not «Moscow» and «St. Petersburg»?**

Introduces the experience of modernization of ice-breakers proj. 21900. Special attention is given to the results of the work done by both operators and engineers.

**V.S. Kazennov. Universal amphibious ships: overview and development prospects**

Introduces to the projects of universal amphibious ships, their features. It is primarily about the French «Mistrale» and the Spanish «Juan Carlos I». Gives their performance characteristics. Special attention is paid to conditions of exploiting them in the Navy of the Russian Federation, necessity of modernization and production capabilities in Russia.

**E.A. Gorin, K.S. Chernov. Marine technologies on Nor-Shipping-2013: achievements and problems**

Acquaints with exhibitors at the traditional Norwegian exhibition, vessels, which were represented there, the award winners in some nominations, including «The ship of the year». Also analyzes the main trends in the innovative development of the shipbuilding industry in the world

**G.V. Egorov, A.G. Egorov. Analysis of risk and reliability of oil tankers of the type «Volgoneft», projects 558/550 and 1577/550A**

Represents the analysis of 169 accidents, occurred from 1991 to 2012 with the vessel «Volgoneft» proj. 550, 550A, 558, 1577. Identifies the main hazards, that led to the accidents and catastrophes. Shows a steady increase of accidents with vessels older than 20 years, with a peak of shipwrecks of those, that are 30 years. The key environmental problems of ships of the type «Volgoneft» – the height of the second bottom, which does not satisfy the requirements of the Code of MARPOL, excessive length of cargo tanks and the lack of slop tanks. In fact, these vessels should not have been working in the sea, transporting heavy oil and oil products, i.e. goods with density 0,900 t/m<sup>3</sup> and more, since 2008. Proposes several alternatives for solving this problem, that can «smooth out» the situation of the transition period. But in the long term, sustainable safe transportation of oil and oil tankers of mixed river-sea navigation type is only possible through the new shipbuilding. Vol 5. Bibliogr. 14 titles.

**E.B. Vasilijev, D.A. Gubnitsyn. Modern power systems of marine infrastructure**

Describes the directions of the work of JSC «The Marine bridge and navigation systems» on creation of equipment for the Autonomous power supply, installations for the

generation and backup of the power supply. Analyzes the process of co-generation and tri-generation of electricity and heat, laid in the basis of rather complex technical devices, allowing to save fuel in the most effective way. Marks the competence of the MTL-Power systems.

**V.M. Prikhodko, M.L. Ivlev, I.V. Prikhodko. The effectiveness of a methodology of forecasting electricity consumption at a ship-repairing enterprise**

After analyzing load schedules of ship-repairing company, proposes a methodology of forecasting installed capacity, with the basis on processing statistical data of the previous periods and main planned industrial and predicted natural factors. The methodology is remarkable for its simplicity, and its application allows accurately to determine the planned value, used by the company in the calculations with the power supply organization, avoiding penalties, imposed on the company for the actual consumption volumes deviations from those, that have been planned.

**P.V. Nalivkin, S.K. Shin. Separation of oil B-3V with three-dimensional filtering elements**

Continues to acquaint with the work of OJSC «Vineta» on creation of separation block of BSP-02 for orders proj. 09717, replacing centrifugal separators.

**S.S. Staroded, M.P. Tikhomirov, A.A. Neelov. Development of methods for the control of insulation condition in marine power systems**

OJSC «The New Era» is developing a new model of the system for measurement of partial discharges in order to control the insulation condition of marine power systems.

**A.A. Kopanev, V.A. Moguchiy. 130 years at the service of the Navy of Russia. To the anniversary of JSC «The research-and-production firm «Meridian»**

About formation of the company, its development, and work in the pre-revolutionary period, during Soviet times, including the great Patriotic War, and at the present time. Focuses on the areas of activities of the JSC «RPF «Meridian» in our days.

**L.M. Klyachko, N.N. Tarasov, G.S. Ostretsov. About building fault-tolerant information systems**

Examines one of the possible approaches to building fault-tolerant control systems, based on the integration of redundant set of measures and the real-time determination of missing links between coordinates of movement. The simulations confirm the workability of the proposed algorithms in case of failure of one and even two measures.

**I.V. Telyuk. To a question of creation of the onboard systems of information support of the mixed navigation catamaran navigator**

Proposes an approach to the creation of onboard systems, forming the advice for the navigator in managing the catamaran in the emergency, pre-emergency and extraordinary situations. Describes the hierarchy of settings in the control process and algorithms of elements interaction of the navigator information support system.

**V.M. Ambrosovskiy, Ju.V. Bagliuk, A.S. Korenev. Automatic steering in integrated bridge systems**

Represents main trends in development of modern autopilots, such as structural, informational and functional integration of automatic steering in integrated bridge system. Gives block diagrams of the system of ship's course control, automatic steering and automatic steering within an integrated bridge system. Vol.1. Il. 6. Bibliogr. 9 titles.

**P.G. Brodsky, V.P. Lenkov, V.N. Ilyukhin. Development of complex search and rescue system is a vital task for the development of rescue support offshore facilities in modern conditions**

Analyzes the state of the rescue support (of marine objects of the Russian Federation). Justifies the necessity of developing a comprehensive search-and-rescue system, designed to ensure the security of the Russian Maritime activities in the Arctic region. Shows the ways of implementation of requirements for the complex search and rescue system.

**A.B. Suvalov, E.V. Taranuha. Substantiation of the methodology of selecting and structuring works in the field of technical means of search and rescue in the ice**

States the absence of special rescue tools and equipment, that can effectively solve the problems of search and rescue at sea in extreme climatic conditions of the Arctic, as part of the rescue services and units of Federal bodies of Executive power at present time.

The creation of the appropriate search and rescue equipment will require the fulfillment of the number of R&D, whose results could solve given tasks. Proposes a corresponding methodology for the selection and restructuring of the proposed works in the field of technical means of search and rescue in the ice.

**Kukui Firmin Jivo, D.V. Suslov. To the question of the ship transfer from the subprime condition in the safe one**

Describes the general principles of the concept of formal safety assessment and its implementation in the safety management system (SMS). Formulates a list of requirements for the reports, being received from the vessel and used by a top-manager of a company in compiling the scenario of the vessel transition from the subprime condition in the safe one. Discusses the possibility of the implementation of the technology of controlling security situation in the mode of self-organization (SOS) with minimization of risks, that can be caused by technical failures, information failures and mistakes of the "human element", involved in this technology.

**A.S. Buzakov, G.A. Emelchenkov, B.L. Reznik. The experience of OJSC «Admiralty shipyards» on application of modern technologies of life-cycle data support of the shipbuilding products**

About experience of the «Admiralty shipyards» in the development and implementation of integrated information system of enterprise management «Admiral», improvement of the processes of informational support of after sale services, using the principles of PDS-technologies. Special attention is paid to the reengineering processes of the business system of the design-technological preparation of production, development of document management systems, logistical support of the product life cycle.

**A.G. Nazarov. Freeboard of small vessels: the peculiarities of the assessment and regulation.**

Gives analysis of the requirements of the classification societies for freeboard of small vessels. Develops new approaches to regulation and proposes a chart, designed for assignment of freeboard of small vessels.

**S.N. Sharov, A.G. Tolmachev, V.V. Solovieva. Evaluation of oscillations of the landing gear for unmanned aerial vehicle in conditions of vessel rolling**

Determines the position of the gripper in the conditions of a multicomponent rolling of the vessel. Treats the ship's landing gear for unmanned aerial vehicle (UAV) in the form of a cathead, which moves the gripping device and instrument section with accelerometers out the contour of the ship. Estimates the possibility of prediction of the grasp in the vertical and horizontal planes in the conditions of a multicomponent rolling of the ship to control the convergence of a UAV with the gripping device.

**V.L. Alexandrov. The genius of the academician A.N. Krylov: scientific and engineering heritage and contribution to the history of the country. To the 150-anniversary from birthday**

The report, dedicated to the 150 anniversary of the academician A.N. Krylov, was made by Dr. of Engineering Sciences, Professor, the President of Acad. A.N. Krylov RusSTS of shipbuilders V.L. Alexandrov at the field session of RusSTS this year.

It outlines not only the scientific heritage of A.N. Krylov, but also the intrinsic value of a set of principles while managing scientific and production activity, which were enshrined by this ingenious scientist and are still of current importance and today.

**V.E. Yuhnin. Heavy nuclear missile cruiser proj. 1144 («Orlan»)**

Acquaints with the history of creation and construction of the heavy nuclear missile cruiser «Orlan» proj. 1144. Special attention is paid to the role and contribution of the North PDB to this process.



**ОАО «СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ПРИБОРЫ»**

**Современное производственное приборостроительное предприятие полного цикла, выпускающее высокотехнологичную электротехническую продукцию для систем управления и контроля в отрасли судостроения и энергетики**



**Разработка и производство:**

- **Агрегатов бесперебойного питания**
- **Статических преобразователей**
- **Электроприводов**
- **Локальных систем управления**
- **Защиты механизмов**
- **Устройств водоподготовки для АЭС (ГРЭС)**



**Проведение сервисного и гарантийного обслуживания**



**Преимущества сотрудничества с нами:**

- **Современная технологичная продукция**
- **Выполнение всех требований заказчика в соответствии с техническим заданием**
- **Работа «под ключ»**
- **Большой опыт создания аппаратуры и приборов**
- **Молодой коллектив разработчиков**
- **Наличие всех необходимых лицензий и сертификатов**
- **Система менеджмента качества сертифицирована на соответствие международному стандарту ИСО 9001:2008 и ГОСТ Р ИСО 9001-2008**



**ОАО «Системы управления и приборы»  
Ваш надежный партнёр!**

**Россия, 194021, Санкт-Петербург. а/я 114  
Тел./факс: +7 (812) 320 23 93  
e-mail: suip@inbox.ru  
www.suip.ru**



*Запланируйте в Вашем деловом календаре!*

**ДВЕНАДЦАТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА И КОНФЕРЕНЦИЯ**



# НЕВА



**ПО СУДОСТРОЕНИЮ, СУДОХОДСТВУ, ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОРТОВ И ОСВОЕНИЮ ОКЕАНА И ШЕЛЬФА**

**24-27 СЕНТЯБРЯ 2013 ■ РОССИЯ ■ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ**



Россия 199106, Санкт-Петербург, Большой пр. В. О., 103 ● телефон +7 812 321 2676, 321 2817, факс 321 2677 ● [ttn@peterlink.ru](mailto:ttn@peterlink.ru)  
International Enquiries Dolphin Exhibitions Ltd., UK ● phone +44 1449 741801 ● fax +44 1449 741628 ● [info@dolphin-exhibitions.co.uk](mailto:info@dolphin-exhibitions.co.uk)

**THE POWER OF RUSSIAN SHIPPING  
AND MARITIME INDUSTRY**

[www.transtec-neva.ru](http://www.transtec-neva.ru)