

Морской Вестник

№4(40)
декабрь
2011
ISSN 1812-3694

Morskoy Vestnik



ДОВЕРЯЙ ОПЫТУ!



90 лет
на службе флоту

★ Радиолокационные комплексы освещения надводной обстановки и целеуказания для надводных кораблей, подводных лодок и береговых ракетных комплексов

★ Системы управления высокоточным ракетным и противолодочным оружием

Санкт-Петербургская Регистрационная палата 15 августа 2001 г. зарегистрировала издательство «Мор Вест». С этого момента началась подготовительная работа по созданию журнала «Морской вестник». 2 ноября 2001 г. Северо-Западным окружным межрегиональным управлением по печати зарегистрирован научно-технический и информационно-аналитический журнал «Морской вестник» с территорией распространения в Санкт-Петербурге и Ленинградской области. Следующим этапом было формирование редакционного совета и редакционной коллегии журнала. В редакционную коллегию, которой предстояло взять на себя функции по отбору и рецензированию статей, были приглашены ведущие ученые в области морской деятельности, и после этого сразу началась подготовка первого номера журнала, который намечалось выпустить в марте 2002 г.

Редакционный совет формировался на основании Генерального соглашения по учреждению такого совета, которое в декабре 2001 г. подписали с одной стороны представители инициативной группы: К.П. Борисенко, ректор СПбГМТУ, А.Н. Тихомиров, генеральный директор ЗАО «Транстех Нева Экс-сибишнс», А.П. Матлах, генеральный директор ООО «НПО «Полярная звезда» и Э.А. Конов, директор ООО «Издательство «Мор Вест», а с другой – представители промышленных и проектных предприятий: В.Л. Александров, генеральный директор ГУП «Адмиралтейские верфи», Л.Г. Грабовец, генеральный директор ОАО «СФ «Алмаз», О.Б. Шуляковский, генеральный директор ОАО «Балтийский завод», В.А. Радченко, генеральный директор ОАО «Звезда», Л.Г. Кузнецов, генеральный директор ОАО «Компрессор», Г.Д. Филимонов, генеральный директор ЗАО «Концерн «МорФлот», С.П. Абрамов, генеральный директор ОАО «Редан», В.В. Венков, генеральный директор ОАО «Северная верфь», М.А. Лобин, генеральный директор ОАО «Северо-Западное пароходство», Е.В. Комраков, генеральный директор ЗАО «Транзас» и А.М. Соловейчик, генеральный директор ОАО «Ленполиграфмаш». Так был дан старт деятельности издательства «Мор Вест» по изданию журнала.

Редакционный совет принял на себя обязанности:

- формирование концептуальной издательской политики журнала;
- перспективное планирование основных рубрик журнала;
- обеспечение регулярного (четыре раза в год) выпуска журнала;
- контроль над распространением журнала;

– формирование годового бюджета журнала на основе долевого финансирования затрат на редакционно-издательскую подготовку и печать журнала.

В соответствии с Генеральным соглашением каждое предприятие – член редсовета заключило договор с издательством «Мор Вест» на долевую оплату затрат по выпуску журнала.

24 января 2002 г. состоялось первое заседание редакционного совета, на котором был утвержден состав редакционной коллегии, определена периодичность издания журнала (март, июнь, сентябрь, декабрь), принята рубрикация статей, сформулированы требования к представляемым статьям, определено рекламное поле и согласован порядок использования обложек журнала для размещения рекламных модулей. Заседания редсовета было решено проводить ежеквартально, и на них рассматриваются и утверждаются макет журнала, его содержание и рекламное наполнение обложек.

Для расширения территории распространения в РФ, странах СНГ и зарубежных странах 11 марта 2002 г. журнал был перерегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Первый номер журнала вышел в марте 2002 г., а сегодня вы держите в руках 40-й номер.

За прошедшее десятилетие десятки аспирантов и соискателей воспользовались возможностью публикации научных статей в журнале на бесплатной основе.

В мае 2004 г. журнал включен Высшей аттестационной комиссией (ВАК) в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук. Полная электронная версия журнала размещается на сайте «Научной электронной библиотеки», а сам журнал включен в Российский индекс научного цитирования.

Наряду с плановыми номерами журнала издательство «Мор Вест» подготовило восемь специальных выпусков с Трудями НТО судостроителей им. акад. А.Н. Крылова, с материалами

научно-практических конференций, которые проводились на предприятиях, входящих в состав редсовета.

Кроме журнала издательство «Мор Вест» за эти годы выпустило ряд научных монографий, учебников, справочников и исторических книг, а именно:

- Борьба с вибрацией на судах, 2005 г., авт. В.Л. Александров, А.П. Матлах, В.И. Поляков;
- Присоединенные массы судостроительных конструкций, 2007 г., авт. А.Н. Короткин;
- Гидромеханика, 2007 г., авт. А.Ш. Ачкинадзе, А.Р. Бесядовский, В.В. Васильева, Н.В. Корнев, Ю.Н. Фадеев;
- Мировое судостроение, 2009 г., авт. С.И. Логачев, В.В. Чугунов, Е.А. Горин;
- Метод расчета продольных скоростей в пристенных турбулентных течениях несжимаемой жидкости, 2009 г., авт. А.Н. Короткин, Ю.А. Роговой;
- Светогорск, 2002 г., по материалам Ф.Ф. Осмакова;
- А.Н. Крылов – ученый, педагог, инженер, 2003 г., авт. Ю.В. Варганов;
- История российского высшего военно-морского образования в лицах, 2004 г., авт. И.М. Кузинец;
- А.Н. Крылов – ученый, педагог, инженер, общественный деятель, 2006 г., авт. Ю.В. Варганов;
- Кормчие России. Адмиралтейские верфи в трех веках: 1-й том: Судьбы и решения на переломе эпохи, 2005 г.; 2-й том: Судьбы, эпохи, решения, 2006 г., авт. Ю.И. Сыроежина;
- Е.Н. Мнёв в истории создания баллистических ракет морского базирования, 2007 г., авт. Ю.Д. Пряхин;
- За погружением – всплытие, 2010 г., авт. Ю.Н. Курганский, С.П. Сирый;
- Цикл жизни, 2011 г., авт. А.Ю. Смирнов.

Редакция журнала, издательство «Мор Вест» и, насколько нам известно, все наше научно-техническое сообщество благодарны членам редсовета и редколлегии, а также авторам за их бескорыстную, самоотверженную и непростую работу по сохранению лучших традиций российского судостроения и отечественной науки, поддержку некоммерческого проекта по выпуску научных изданий и деятельности по подготовке инженерных и научных кадров для промышленности, проектных организаций и научных учреждений. ■

ЖУРНАЛУ

«МОРСКОЙ ВЕСТНИК» – 10 ЛЕТ

Э.А. Конов, главный редактор журнала, директор издательства «Мор Вест»,
контакт. тел. (812) 600 4586

Морской Вестник



№4(40)
декабрь
2011

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Редакционный совет

Сопредседатели:

В.Л. Александров, президент
Международного и Российского НТО
судостроителей им. акад. А.Н. Крылова
К.П. Борисенко, ректор СПбГМТУ

Члены совета:

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

СОДЕРЖАНИЕ

Э.А. Конов. Журналу «Морской вестник» – 10 лет 1

СУДОСТРОЕНИЕ И СУДОРЕМОНТ

*Внедрение и развитие информационных технологий
на ОАО «Адмиралтейские верфи»* 7
А. Л. Ивченко. Повелитель «Молний».
К 100-летию со дня рождения Е. И. Юхнина 11
Л.Г. Грабовец, И.Я. Баскаков. История создания
отечественного пассажирского судна на подводных крыльях «Тайфун» 15
Д.В. Курочкин. Общие принципы определения габаритов
полетных палуб и ангаров современных авианосцев 20
А.Г. Филимонов. «Мюльхан Морфлот»:
морские арктические проекты России 24

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И СУДОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

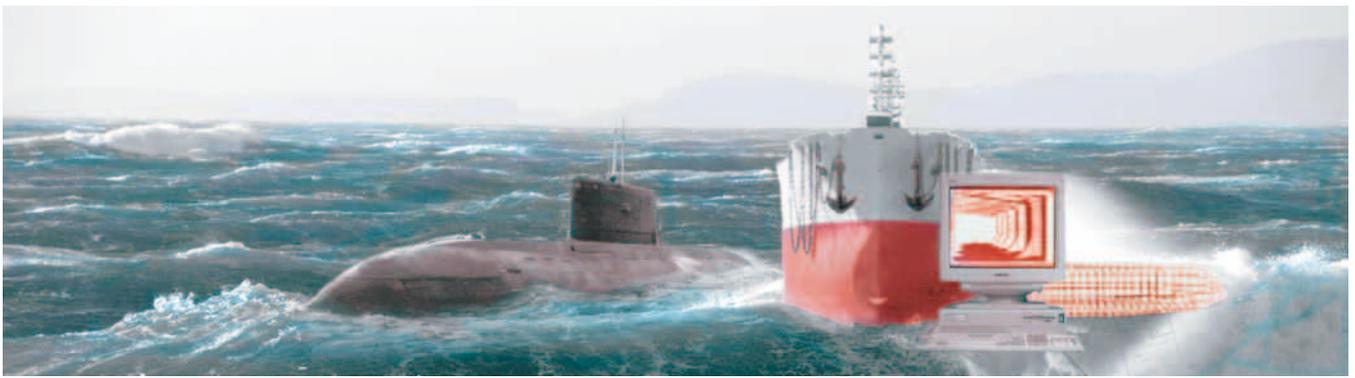
А.А. Арутюнян, Д.В. Сулов, В.Д. Завирухо, А.А. Георгиев.
Расчетная математическая модель механизма изменения вылета
стреловых кранов с активными уравновешивающими устройствами
в виде механизмов с жесткими звеньями 27
В.В. Барановский, В.А. Шутько. Оценка технической готовности
энергетических установок кораблей для различных условий базирования 30
Г.Н. Муру, А.А. Соболевский, В.А. Стародубов. Подход к расчету
обеспеченности ремонтпригодности корабельного оборудования 33
Судовой электромонтаж: верность традициям 39

РАДИОЭЛЕКТРОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Г.А. Коржавин, Ю.Ф. Подоплёкин, С.Н. Шаров.
ОАО «Концерн «Гранит-Электрон» на службе ВМФ 41
ОАО «Концерн «НПО «Аврора», ОАО «Концерн «Гранит-Электрон»
и ОАО «Океанприбор» заключили соглашение о создании консорциума 45
В.В. Антипов, В.Ю. Бобрович, В.К. Болховитинов, А.А. Болисов.
Математическое обеспечение и аппаратная реализация задач управления
комплексом «рыбопромысловое судно–орудия лова» 45
Р.И. Евсеев, П.А. Трубицын. Вопросы подготовки исходных данных
для SCADA систем управления техническими средствами кораблей и судов 51
И.А. Горобец. Перспективные направления создания и развития
речных информационных служб на ВВП Украины 55

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

А.В. Третьяков, В.А. Колесник, В.Н. Круглиевский.
Информационное обеспечение корабельных систем пожарной
сигнализации и автоматического включения средств пожаротушения 61
Н.Я. Щербина. О математическом моделировании аварийных происшествий ... 65



БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ

- С.Б. Курсин, А.А. Лобанов.** Методические аспекты проектных работ по обеспечению навигационной безопасности плавания судов в современных условиях 71
- В.И. Егоркин.** Борьба «лоцманских хозяев» за негосударственность лоцманов 74
- А.А. Ершов.** Способы снижения опасности столкновений судов 77

МОРСКАЯ ТЕХНИКА: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

- С.Ю. Соловьев, А.С. Гузев, А.С. Воробьев.** Распространение вихревых систем, возникающих на корпусе судна и его элементах 82
- А.Г. Егорова, Д.В. Никущенко, А.М. Четвертаков.** Движение судна в ограниченной акватории в плоскопараллельной постановке 86
- К 90-летию со дня рождения профессора Н.П. Муру* 89
- Г.В. Егоров, А.А. Соловьев, Н.Ф. Бутенко.** Особенности конечно-элементного моделирования грузовой зоны танкеров в соответствии с требованиями общих правил МАКО 91
- Г.Б. Крыжевич, М.В. Тяло.** Экспериментальное исследование эффективности снижения внешних силовых воздействий на корпусные конструкции судна с помощью пассивных крыльев-стабилизаторов качки 95
- В.Л. Александров.** К 80-летию профессора П.А. Шауба 99
- К 70-летию профессора В.И. Полякова* 100
- А.В. Туманин, П.С. Кальясков, А.К. Якимов, Н.В. Леонтьев.** Расчетно-экспериментальное исследование формы бортового гибкого ограждения судна на воздушной подушке (СВП) 103

БИЗНЕС И ПРАВО

- А.А. Хурсан, А.В. Бендиков.** Реализация принципа менеджмента качества «постоянное улучшение» в ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь» ... 109

НА КНИЖНОЙ ПОЛКЕ

- История отечественного судоремонта* 111

ВЫСТАВКИ. КОНФЕРЕНЦИИ

- ЗАО «МНС» – ровесник выставки «Нева» 113
- Итоги выставки «НЕВА–2011»* 117
- Всемирная морская технологическая конференция WMTC–2012, 29 мая–1 июня 2012, Санкт-Петербург..... 121

В АССОЦИАЦИИ СУДОСТРОИТЕЛЕЙ

- Второй «круглый стол» судостроителей России и ЕС 122
- О решениях общего собрания Ассоциации судостроителей Санкт-Петербурга и Ленинградской области* 123

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА

- С.П. Сирый.** Четырнадцатый морской министр императорского флота России адмирал Ф.К. Авелан 124
- О.В. Петрова.** Связь времен: из переписки адмиралов Ю.А. Пантелеева и И.К. Григоровича 128

Главный редактор

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

Редакционная коллегия

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

Редакция

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

Редактор

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

Адрес редакции

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

Учредитель-издатель

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

Электронные версии журналов 2006–

2011 гг. размещены на сайте ООО «Научная электронная библиотека» www.elibrary.ru и включены в Российский индекс научного цитирования

Решением Президиума ВАК журнал «Морской вестник» включен в перечень ведущих научных журналов и изданий, выпускаемых в РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.
http://vak.ed.gov.ru

Подписка на журнал «Морской вестник»

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

Отпечатано в типографии «Премиум-пресс».

Тираж 1000 экз. Заказ №2700.

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

Co-chairmen:

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

K.P. Borisenko, Rector SPbSMTU

Council Members:

S.P. Alekseev, General Director JSC SRNHI

S.P. Andryushchuk, General Director

JSC Control Systems and Instruments

S.O. Baryshnikov, Rector SPbSUWC

A.S. Buzakov, Acting General Director

JSC Admiralty Shipyards

G.V. Egorov, General Director

JSC Marine Engineering Bureau SPb

G.D. Filimonov, General Director

JSC Concern Mor Flot

A.B. Fomichev, General Director

JSC SP Severnaya Verf

L.G. Grabovets, General Director JSC SF Almaz

L.M. Klyachko, General Director

JSC ZNII KURS

S.R. Komarov, Chairman

of the Board of Directors JSC MNS

E.V. Komrakov, General Director

JSC R.E.T. Kronshtadt

E.A. Konov, Director,

JSC Publishing House Mor Vest

G.A. Korzhavin, General Director,

JSC Concern Granit-Elektron

S.L. Krauss, Chairman

of the Board Directors JSC IRISOFT

L.G. Kuznetsov, General Director JSC Compressor

A.P. Matlakh, General Director

JSC SPA Poliamnaya Zvezda

G.N. Muru, General Director JSC 51CCTIS

N.V. Orlov, Chairman

St. Petersburg Marine Assembly

V.V. Shatalov, General Director

JSC DB «Vympel»

K.Yu.Shilov, General Director

JSC Concern SPA Avrora

A.V. Shliakhtenko, General Director –

General Designer JSC ZMKB Almaz

I.G. Smirnov, General Director JSC New ERA

V.A. Solon'ko, General Director

JSC SPA Sevzapspezavtomatika

Y.I. Spiridopulo, General Director

JSC Severnoye Design Bureau

D.V. Suslov, Director JSC CRISM

G.V. Taritsa, General Director JSC PDB Petrobalt

V.S. Tatarsky, General Director JSC ERA

A.N. Tikhomirov, General Director

JSC Transtech Neva Exhibitions

N.M. Vikhrov, General Director

JSC Kanonersky Shiprepairing Yard

V.E. Yukhnin, General Designer

JSC Severnoye Design Bureau

CONTENTS

E.A. Konov. 10th Anniversary of magazine «Morskoy Vestnik» 1

SHIPBUILDING AND SHIP REPAIRING

Implementation and development of information technology at OJSC «Admiralty Shipyards» 7

A.L. Ivchenko. Lord of «Lightning». To the 100th anniversary of E.I. Yuhnin 11

L.G. Grabovets, I.Y. Baskakov. History of domestic passenger hovercraft «Typhoon» 15

D.V. Kurochkin. General guidelines for determining the dimensions of flight decks and hangars of modern aircraft carriers 20

A.G. Filimonov. «Myulhan Morflot»: arctic marine projects of Russia 24

POWER PLANTS AND MARINE EQUIPMENT

A.A. Arutyunyan, D.V. Suslov, V.D. Zavirukho, A.A. Georgiev. Design mathematical model of the mechanism of radius of jib cranes with active balancing devices in form of mechanisms with rigid links 27

V.V. Baranovsky, V.A. Shutko. Assessment of technical readiness of power plants for ships of different conditions of stationing 30

G.N. Muru, A.A. Sobolewski, V.A. Starodubov. Approach to calculation of the ship's security equipment maintainability 33

Ship wiring: loyalty to traditions 39

RADIO-ELECTRONIC EQUIPMENT AND CONTROL SYSTEMS

G.A. Korzhavin, Y.F. Podoplekin, S.N. Sharov. OJSC «Concern» Granit-Electron» in service of the Navy 41

OJSC «Concern» NPO «Aurora», OJSC «Concern «Granit-Electron» and OJSC «Oceanpribor» have signed an agreement on foundation of a consortium 45

V.V. Antipov, V.Y. Bobrovich, V.K. Bolkhovitinov, A.A. Bolisov. Mathematical support and hardware implementation of control problems of complex «fishing vessel-fishing gear» 45

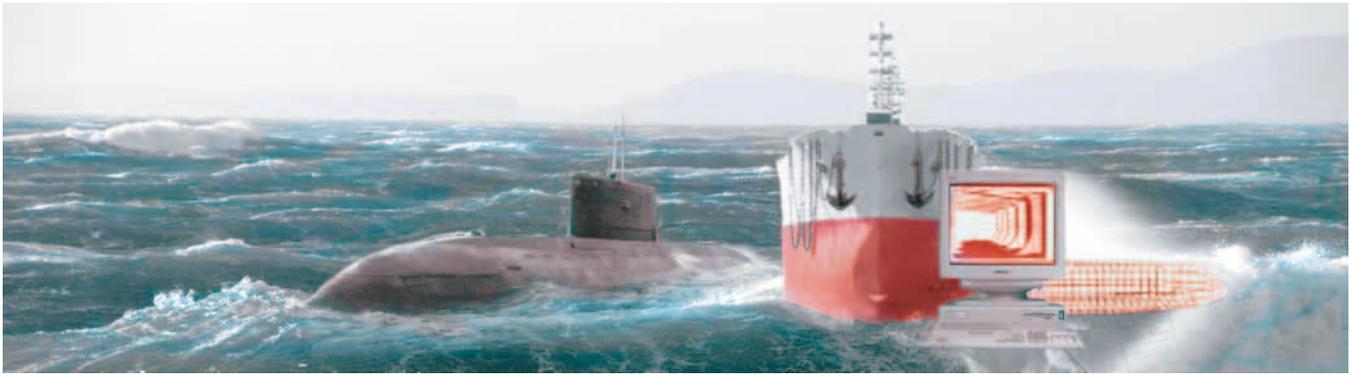
R.I. Evseev, P.A. Trubitsyn. The issue of preparation of input data for SCADA systems for control of technical equipment of ships and vessels 51

I.A. Gorobets. Promising directions of creation and development of River Information Services in Ukraine's inland waterways 55

INDUSTRIAL SAFETY

A.V. Tretyakov, V.A. Kolesnik, V.N. Kruglievsky. Information support for shipboard fire alarm systems and automatic activation of fire extinguishers 61

N.Y. Shcherbina. Mathematical modeling of emergencies 65



NAVIGATION SAFETY

- S.B. Kursin, A.A. Lobanov.** *Methodological aspects of design works on ensuring navigational safety of ship navigation in modern conditions* 71
- V.I. Egorkin.** *Fight of «pilot owners» for pilots to have no nation identity* 74
- A.A. Ershov.** *Ways to reduce the risk of ship collisions* 77

MARITIME ENGINEERING: SCIENCE AND TECHNOLOGIES

- S.Y. Soloviev, A.S. Guzev, A.S. Vorobyov.** *Distribution of vortex systems occurring on ship's hull and components thereof* 82
- A.G. Egorova, D.V. Nikuschenko, A.M. Chetvertakov.** *The motion of ship in a restricted aquatic area in a plane-parallel formulation* 86
- To the 90th anniversary of professor, N.P. Muru* 89
- G.V. Egorov, A.A. Solovyov, N.F. Butenko.** *Specific features of finite element modeling of tankers' cargo area in accordance with requirements of IACS general rules* 91
- G.B. Kryzhevich, M.V. Tyalo.** *Experimental study of the effectiveness of reducing the external force on the ship hull structures with passive roll stabilizing fins* 95
- V.L. Alexandrov.** *To the 80th anniversary of Professor, P.A. Schaub* 99
- To the 70th anniversary of Professor, V.I. Polyakov* 100
- A.V. Tumanin, P.S. Kalyasov, A.K. Yakimov, N.V. Leontiev.** *Numerical and experimental study of the shape of flexible board fence of hovercraft (Hovercraft)* 103

BUSINESS AND LAW

- A.A. Hursan, A.V. Bendikov.** *Realization of quality management principle, «continuous improvement» in OJSC «Shipbuilding plant «Northern Shipyard»* 109

AT THE BOOKSHELF

- History of domestic ship repair* 111

EXHIBITIONS. CONFERENTIONS

- CJSC «MNS» – contemporary of «Neva» exhibition* 113
- Results of «Neva–2011»* 117
- World Maritime Technology Conference WMTС–2012, May 29–June 1, 2012, St.Petersburg* 121

IN THE ASSOCIATION OF SHIPBUILDERS

- The second «round table» of Russia and EU Shipbuilders* 122
- On decisions of the General Meeting of the Association of Shipbuilders of St. Petersburg and Leningrad region* 123

HISTORY OF SHIPBUILDING AND FLEET

- S.P. Siry.** *Fourteenth Naval Minister, Admiral of the Imperial Russian Navy, F.K. Avelan* 124
- O.V. Petrova.** *The link of times: from correspondence of admirals Y.A. Panteleyev and I.K. Grigorovich* 128

Editor-in-Chief

E.A. Konov, Ph. D.
Phone/Fax: +7 (812) 6004586
Fax: +7 (812) 5711545
E-mail: morvest@gmail.com
www.morvest.korabel.ru

Editorial Collegium

K.G. Abramyan, D. Sc., Prof.
Y.V. Baglyuk, Ph. D.
V.I. Chernenko, D. Sc., Prof.
E.A. Gorin, D. Sc.
E.V. Igoshin, Ph. D.
B.P. Ionov, D. Sc.
Y.N. Kormilitsin, D. Sc., Prof.
A.I. Korotkin, D. Sc., Prof.
S.I. Logachev, D. Sc., Prof.
P.I. Maleev, D. Sc.
Y.I. Nechaev, D. Sc., Prof.
V.S. Nikitin, D. Sc., Prof.
V.G. Nikiforov, D. Sc., Prof.
Y.F. Podoplekin, D. Sc., Prof., member of the Academy of Rocket and Artillery of Sciences of Russia
V.I. Polyakov, D. Sc., Prof.
L.A. Promyslov, Ph. D.
Y.D. Pryakhin, D. Sc., Prof.
A.V. Pustoshny, corresponding member of the Academy of Sciences of Russia
K.V. Rozhdstvensky, D. Sc., Prof.
A.A. Rusetzky, D. Sc., Prof.
N.P. Shamanov, D. Sc., Prof.
Y.F. Tarasyuk, D. Sc., Prof.
B.A. Tzarev, D. Sc., Prof.
Y.V. Varganov, Ph. D.

Editorial staff

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

Editor

T.I. Ilyichiova

Design, imposition

S.A. Kirillov

Editorial office

office 13H, 84, Nab. r. Moyki,
190000, St. Petersburg
The magazine is registered by RF Ministry of Press,
TV and Radio Broadcasting and Means of Mass
Communications, Registration Certificate
ПН № 77-12047 of 11 march 2002.

Founder-Publisher

JSC Publishing House "Mor Vest"
office 13H, 84, Nab. r. Moyki,
190000, St. Petersburg

The magazines electronic versions of 2006–2011 are placed on the site LLC "Nauchnaya elektronnyaya biblioteka" www.elibrary.ru and are also included to the Russian index of scientific citing.

By the decision of the Council of VAK the Morskoy Vestnik magazine is entered on the list of the leading scientific magazines and editions published in the Russian Federation where basic scientific outcomes of doctoral dissertations shall be published.
<http://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 № 2700.

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.

ОАО «Адмиралтейские верфи» сохраняет ведущую позицию среди отечественных верфей, решая приоритетные для судостроительной отрасли России производственные задачи.

Здесь в разные годы создавались лучшие отечественные суда различного назначения и корабли для ВМФ России. На предприятии накоплен значительный опыт строительства кораблей на экспорт, а также организации работ по оказанию технического содействия иностранным заказчикам в обеспечении гарантийного обслуживания, послепродажного сопровождения и ремонта.



Обеспечение конкурентоспособности продукции ОАО «Адмиралтейские верфи» в современных условиях развития мирового судостроения, конкуренции производителей морской техники, роста ее наукоемкости, увеличения информационной насыщенности проектов является в высшей степени актуальной задачей.

Совершенствование бизнес-процессов управления за счет оптимизации информационных потоков, обеспечения информационной поддержки процессов проектирования, строительства, поставки и эксплуатации кораблей и судов, организации единого информационного пространства для всех участников жизненного цикла – одно из направлений инновационного развития «Адмиралтейских верфей». Созданная здесь интегрированная информационная система обеспечивает промышленную эксплуатацию более 800 программных модулей, решающих многие функциональные задачи CAD\CAM\CAE\ERP\PLM на основе единой информационной модели – конструкторско-технологическая подготовка производства, организация электронного документооборота, оперативно-производственное и финансовое планирование и т.д. Информационные технологии прочно вошли в арсенал инструментов управления предприятием.

В настоящее время ОАО «Адмиралтейские верфи» выполняет ответственный госзаказ – ведет строительство го-

ВНЕДРЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОАО «АДМИРАЛТЕЙСКИЕ ВЕРФИ»

ОАО «Адмиралтейские верфи»,
контакт. тел. (812) 714 8863

ловного научно-экспедиционного судна пр. 22280 для Российской антарктической экспедиции, которому присвоено имя выдающегося российского (советского) ученого и полярного исследователя – академика А.Ф.Трешникова. Технический проект судна разработан ЦКБ «Балтсудопроект» (ЦНИИ им.акад.А.Н.Крылова) по заданию Арктического и антарктического научно-исследовательского института Росгидромета. Реализация проекта научно-экспедиционного судна способствует решению важных геополитических задач, прежде всего по расширению и активизации исследований в Антарктиде и южных полярных морях. Обширные исследования необходимо выполнить в районе подводного хребта Ломоносова в обеспечение заявки Российской Федерации на расширение границ полярного шельфа нашей страны на Севере. НЭС «Академик Трешников» успешно спущен на воду 29 марта 2011 г. со стапелей верфей.



Принятая на ОАО «Адмиралтейские верфи» при постройке НЭС «Академик Трешников» организация процессов проектирования, технической подготовки, строительства и последующего послепродажного сервисного обслуживания базируется на использовании многих современных инновационных технических решений, способствующих созданию конкурентоспособной продукции – гражданской морской техники мирового уровня.

Рабочий проект судна разрабатывает инженерный центр ОАО «Адмиралтейские верфи». Подготовка рабочей конструкторской документации (РКД) и одновременно строительство судна не может не создавать проблем, что объясняется насыщенностью многофункционального судна. При разработке РКД был использован пятнадцатилетний опыт инженеров верфей в области проектирования в среде САПР «TRIBON». В качестве фирм-соисполнителей дополнительно привлечены ведущие пользователи этого программного продукта, имеющие опыт совместной работы при выпуске РКД на основе 3D-модели и территориально удаленные от верфей и друг от друга. При этом специалисты верфей координируют работы участников проектирования в едином информационном пространстве при моделировании.

Судостроение в нашей стране при плановой экономике отличалось рядом особенностей, отражавших общие тенденции развития производства. Техническая подготовка производства всеми нормативными документами была разделена между проектантом (ЦКБ) и заводом-строителем. Такое разделение в транспортном судостроении, не встречавшееся ни на одном зарубежном судостроительном предприятии, практически исключало влияние специалистов предприятия-строителя на принимаемые проектные решения на стадиях эскизного и технического проектов, а на стадии рабочего проектирования позволяло только проводить частичную отработку чертежей на технологичность при их согласовании. Это, естественно, увеличивало сроки подготовки производства. Фактически технологические службы приступали к подготовке производства лишь после получения рабочих чертежей (18–24 месяца разработка проекта и 6–12 месяцев – технологическая подготовка производства), что исключало конкурентную борьбу с зарубежными верфями по срокам.

Отечественное судостроение, конечно, не могло развиваться в таких условиях, и ОАО «Адмиралтейские верфи» первыми в отрасли отказались от услуг ЦКБ при проектировании танкеров и полностью стало самостоятельно разрабатывать рабочие чертежи, а в дальнейшем планируется разрабатывать и технический проект. На предприятии были объединены ранее децентрализованные конструкторские и технологические подразделения в единый инженерный центр, ведущий все работы, связанные с разбивкой теоретического чертежа и с разработкой деталей корпуса, полной плазово-технологической подготовкой производства, подготовкой полного комплекта рабочих чертежей по всем конструктивным группам, организационно-технологической документации и оперативного сопровождения конструкторской документации в процессе постройки судна.

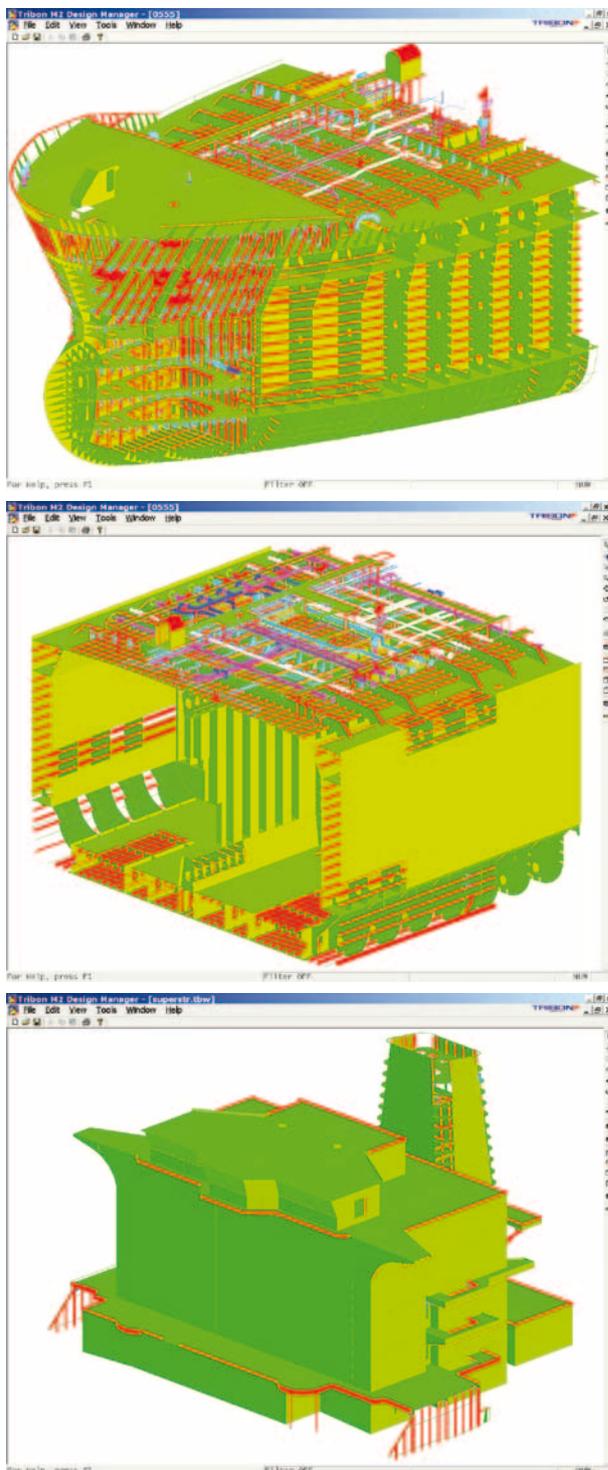
Внедрение компьютерной техники, САПР и АСТПП позволяет по-новому решать вопросы подготовки производства. Однако как выполненные исследования, так и новые разработки требуют научного обобщения и систематизирования новых подходов к технологической подготовке производства и организационно-технологическому проектированию в целом.

Принципиальным моментом является четкая ориентированность верфи на выполнение технического и рабочего проектирования надводных судов с помощью САПР «TRIBON». В настоящее время обеспечено широкое применения «TRIBON» при проектировании не только корпусных конструкций, но и трубопроводов, прокладки электрограсс и достройки. Накоплен определенный опыт выполнения плазовых работ непосредственно в среде «TRIBON».

С помощью САПР «TRIBON» выполнено рабочее проектирование ранее построенных танкеров пр. 055-55 и пр. 70046, буксиров пр. 205-007. Причем рабочее проектирование для

танкеров пр. 70046 велось в отсутствие законченного технического проекта.

Накопленный опыт разработки РКД танкеров позволил перейти к созданию полноценной электронной модели научно-экспедиционного судна пр. 22280.



Эта модель содержит большой объем информации, позволяющий эффективно использовать электронно-оптические методы контроля размеров и формы в процессе изготовления корпусных конструкций и обеспечило возможность предварительной контуровки секций в «чистый размер». Также это позволило на качественно новом уровне определить размеры большей части труб, с высокой точностью определить координаты всех элементов насыщения, и, как следствие, ввести в спецификации монтажных чертежей системы эскизы всех позиций труб с необходимыми размерами для их предварительного изготовле-

ния, а также взаимно увязать расположение элементов корпусных конструкций, оборудования, трубопроводов различных систем и электротрасс.

Интегрирование САПР «TRIBON» с системой технической подготовки производства осуществляется на основе спецификации монтажных чертежей путем переноса из них информации в различных комбинациях, поэтому основной задачей является создание единой базы данных спецификаций чертежей и программного обеспечения для разработки необходимых документов. На предприятии для этих целей выбрана базовая система ORACLE, которая позволила автоматизировать обработку данных СП чертежей и совместно с автоматизированной системой АС «Технолог» разрабатывать ведомости технологических комплектов и бригадокомплектов, готовить всю исходную информацию для формирования и управления плана по изготовлению изделий МСЧ, получать оперативную информацию о трудоемкости, оснастке и т.п.

В настоящее время на верфях внедрена система управления проектами Primavera. Основой для организации управления конкретным проектом стала укрупненная организационно-технологическая модель заказа, разработанная на базе принципиальной технологии, фиксирующая принципиальные решения по технологии и организации постройки заказа. Для этого используются данные технического проекта, учитываются сроки постройки и наличие технических и кадровых ресурсов предприятия. В состав организационно-технологической модели постройки судна входят укрупненный технологический график постройки заказа, графики подготовки производства, изготовления и проектирования оснастки, выпуска РКД.

Основным инструментом планирования и управления служит нормативная база данных, которая формируется из планово-учетных единиц работ (ПУЕр) или номенклатуры работ, построенных по принципу иерархической входимости и имеющих ресурсное наполнение. При этом планово-учетная документация (ведомость номенклатуры работ), построенная по принципу иерархии, должна обеспечивать управление ресурсами (материалами, оборудованием, трудоемкостью) на всем протяжении жизненного цикла постройки корабля. Эффективной система управления проектами может стать, если каждый комплект (номенклатура работ) имеет корректно определенный показатель трудоемкости по видам работ или по специальностям для возможности определения объема в нормо-часах по номенклатуре плана, для расчета численности (под задание) основных производственных рабочих, для определения продолжительности выполнения работ. Это создает условия для расчета бюджета или баланса трудовых ресурсов. При выпуске организационно-технологической документации (распределение трудоемкости по цехам, видам работ, этапам, определению длительности постройки, загрузки, созданию графиков постройки и т.д.) используется плановая трудоемкость.

Актуальной остается проблема совершенствования процессов подготовки и строительства продукции с применением современных информационных технологий. Например, необходимо решить следующие задачи совершенствования подготовки производства, основанные на применении ИТ:

- минимизация числа бумажных носителей информации на всех этапах конструкторско-технологической и организационной подготовки производства, применение функциональной (компактной, узкоспециализированной) документации;
- изменение идеологии работы технологических служб, направленной на установление приоритетов в ра-

боте на обработку информации вместо выпуска документации (при этом выпуск документации должен возлагаться на автоматизированную систему, технологические службы отвечают за наличие необходимой для этого информации);

- выстраивание сквозной совместной работы всех служб подготовки производства, начиная от конструкторских и кончая цеховыми, в рамках единого информационного пространства, что исключает ресурсоемкий процесс правки и дублирования документации.

Вместе с тем в ходе подготовки рабочих чертежей им не удалось в достаточной мере придать конструктивно-технологический характер. Выпускаемые при помощи «TRIBON» рабочие чертежи оформляются как аналоги традиционных, выполняемых вручную чертежей.

Недостаточно эффективно использовались программные средства для электронного моделирования строящихся изделий и процессов, а также выпуска на основе электронных моделей комплектов технологической документации. Недостаточно использовалась в производстве проектная электронная модель судна.

В рамках Федеральной целевой программы «Развитие гражданской морской техники на 2009–2016 годы» ОАО «Адмиралтейские верфи» выиграло тендер по выполнению работ по теме «Разработка и апробация технологий информационной поддержки продукции судостроения на этапах создания и послепродажного обслуживания, гармонизированных с международными стандартами и обеспечивающих участие российских производителей в международной кооперации» (шифр ОКР–«ОХТА»).

В их числе – разработка базовых принципов создания системы информационной поддержки послепродажного обслуживания гражданских морских судов на базе анализа международных стандартов по организации интегрированной логистической поддержки с учетом передового опыта и научно-технического развития верфей используемых при строительстве НЭС пр. 22280. Предстоит разработать типовое программно-техническое решение таких задач, как управление конфигурацией, конструкторско-технологической документацией, для продукции гражданского судостроения, проведение процедур логистического анализа на этапах жизненного цикла, планирование технического обслуживания и материально-технического обеспечения, выпуск пошаговых инструкций по обслуживанию и ремонту оборудования, создание интерактивных электронных технических руководств и компьютерных обучающих программ, сбор и обмен информацией по судовому комплектуемому оборудованию.

В заключение необходимо отметить следующее:

- на ОАО «Адмиралтейские верфи» рассматривают инновационное развитие с использованием информационных технологий как важнейшее, обеспечивающее устойчивый рост и экономическую стабильность;
- на предприятии развернуты и поэтапно реализуются работы по модернизации и созданию автоматизированных систем проектирования и технической подготовки производства, системы управления производственным комплексом на основе единой программно-аппаратной платформы;
- в основу дальнейшего развития систем управления производственным комплексом положен принцип процессного подхода.

Таким образом, ОАО «Адмиралтейские верфи», обладающее развитой инфраструктурой коммуникаций, имеющее опыт комплексного решения и эффективного использования информационных систем, может стать базовым предприятием для отработки современных инновационных систем логистической поддержки морской техники. ■

19 февраля 2012 г. исполняется 100 лет со дня рождения выдающегося инженера-кораблестроителя Евгения Ивановича Юхнина.



Е.И. Юхнин

Родился Евгений Иванович в 1912 г. в с. Спаспоруб Усть-Сысольского уезда Вологодской губ. (Прилузский район Республики Коми). Свою трудовую деятельность он начал в 1926 г., плавая юнгой, матросом, а затем боцманом и помощником капитана на судах речного пароходства. После окончания в 1930 г. Великоустюгского речного техникума поступил в Ленинградский кораблестроительный институт. По окончании его Е.И. Юхнин был принят на работу в конструкторское бюро завода А. Марти, где активно включился в создание отечественного «москитного» флота, которому он фактически посвятил всю свою жизнь.

Начало Великой Отечественной войны Е.И. Юхнин встретил в Ленинграде, продолжая работать в КБ завода Марти. В первые годы войны он не только строил корабли, но и вместе с будущим первым заместителем главкома ВМФ П.Г. Котовым участвовал в сооружении броневых оборонительных поясов вокруг города, для чего использовались броневые плиты, предназначенные для строительства крейсеров на ленинградских судостроительных заводах. В 1943 г. Е.И. Юхнин был откомандирован из осажденного Ленинграда в Тюмень, где на местном судостроительном заводе в должности начальника КБ организовывал строительство торпедных катеров и «малых охотников» для действующего флота.

После возвращения в Ленинград в 1944 г. Евгений Иванович продолжил работу в ЦКБ-19, а в 1952 г. был назначен начальником СКБ-5. В этом КБ, со временем превратившемся в ЦМКБ «Алмаз», раскрылись талант и орга-

ПОВЕЛИТЕЛЬ «МОЛНИЙ» К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Е.И. ЮХНИНА

*А.Л. Ивченко, главный конструктор проектов ОАО ЦМКБ «Алмаз»,
контакт. тел. (812) 373 2694*

низаторские способности Е.И. Юхнина. Именно здесь наряду с разработкой проектов традиционных типов катеров начались работы по созданию принципиально новых кораблей – *ракетных катеров и малых ракетных кораблей*.

Сложность решения задачи заключалась в необходимости объединения усилий многих контрагентов – разработчиков комплексов оружия и систем управления ими, разработчиков энергетических установок и пр. – при соблюдении жестких весовых лимитов для возможности достижения заданных тактико-технических элементов проектируемого корабля. Фактически это была первая комплексная целевая программа создания корабля нового типа. Благодаря таланту, энергии и организаторским способностям Е.И. Юхнина и усилиям многих коллективов в декабре 1957 г. был произведен первый в мире пуск ракеты с катера пр. 183Э. В результате усилий



Экспериментальный ракетный катер пр. 183Э

специалистов были созданы ракетные катера пр. 183Р и 205, хорошо известные в мире как катера типов «Комар» и «Оса». Сотни этих катеров несли службу в ВМФ СССР, а также во флотах многих стран мира. За создание этих катеров коллектив конструкторов во главе с Евгением Ивановичем был удостоен звания лауреатов Ленинской премии. Полученный опыт работы впоследствии широко применялся в практике бюро.



Пуск ракеты с катера пр. 183Р

Одновременно с внедрением новой техники Е.И. Юхнин много внимания

уделял совершенствованию методов проектирования. В середине 70-х гг. по инициативе Е.И. Юхнина была разработана и утверждена правительством система малых кораблей и катеров для ВМФ и морских частей погранвойск. Внедрение этой системы позволило упорядочить типы строящихся кораблей и катеров и существенно сократить сроки и расходы на их строительство. Одним из основополагающих кораблей системы явился ракетный катер третьего поколения «Молния». В нем нашли воп-



**Ракетный катер «Молния»
с комплексом ракетного оружия
«Москит»**

лощение и прошли проверку новые технические решения в части оружия и вооружения, энергетических установок, конструкционных материалов и др. Эти катера строились для ВМФ СССР и на экспорт. Всего на базе «Молнии» построено более 100 катеров различных модификаций, а в две страны была продана лицензия на их строительство.

Один из экспортных катеров «Молния», когда-то входивший в состав ВМФ ГДР, после объединения Германии был передан немецким правительством в США, где американские моряки провели его всесторонние испытания и дали ему очень высокую оценку. За работы по реализации системы малых кораблей и катеров коллектив конструкторов во главе с Е.И. Юхниным был удостоен премии Правительства РФ.

Е.И. Юхнин часто обходил отделы ЦКБ и лично знал многих конструкторов, с которыми общался как в стенах бюро, так и во время проведения испытаний кораблей в сдаточных базах. Это способствовало тому, что в стенах бюро всегда царил атмосфера творчества, и именно поэтому в последующие годы в ЦМКБ «Алмаз» под руководством Е.И. Юхнина были разработаны уникальные проекты кораблей, не имеющих аналогов в мире и носящих экзотические названия: ма-

лый ракетный корабль «Овод», самый большой в мире амфибийный корабль на воздушной подушке «Зубр», ракетный корабль на автоматически управляемых подводных крыльях «Ураган», ракетный корабль на воздушной подушке скегового типа «Сивуч». Благодаря короткому циклу постройки катеров и малых кораблей на них проводились испытания новых видов оружия и других технических средств, которые потом использовались на вновь строящихся кораблях всех типов.

Корабли и катера, спроектированные в ЦМКБ, строились более чем на

10 предприятиях отрасли. Е. И. Юхнин прекрасно знал все тонкости производства, а с 1970 по 1974 г. возглавлял одно из первых в Ленинграде объединений – производственно-техническое объединение «Алмаз», в которое входили Ленинградский Приморский завод, Невский Морской завод (ныне – «СФ «Алмаз») и ЦМКБ «Алмаз». На стапелях объединения строились многие головные корабли, в том числе «Молния», «Ураган», «Зубр» и др.

Корабли, построенные по документации, разработанной в ЦМКБ «Алмаз», хорошо известны во всем мире – более

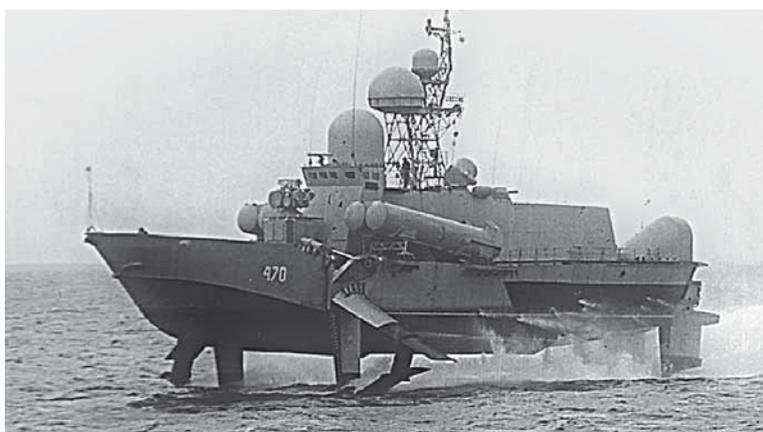
800 кораблей и катеров более 25 типов были поставлены почти в 40 стран мира.

В 1983 г. Е.И. Юхнин был удостоен высокого звания Героя Социалистического Труда.

Евгений Иванович всегда уделял много времени воспитанию молодого поколения инженеров-кораблестроителей. Он долгое время был председателем государственной экзаменационной комиссии в Ленинградском кораблестроительном институте. Многие его «крестники» впоследствии пришли работать в ЦМКБ «Алмаз», в том числе и действующий генеральный директор – генеральный конструктор ЦМКБ А.В. Шляхтенко. По инициативе совета молодых специалистов и при поддержке Евгения Ивановича в конце 60-х гг. был построен экспериментальный катер на воздушной подушке «Бриз», на котором отрабатывались новые технические решения.



Малый ракетный корабль «Овод»



Ракетный корабль на автоматически управляемых подводных крыльях «Ураган»



Ракетный корабль на воздушной подушке скегового типа «Сивуч»



Экспериментальный катер на воздушной подушке «Бриз»

Родина высоко оценила заслуги Евгения Ивановича – он был награжден двумя орденами Ленина, медалью «Золотая Звезда» и орденом Октябрьской революции, но в стенах ЦКБ его редко можно было видеть при всех регалиях. Их он обычно надевал, когда направлялся во властные кабинеты пробивать очередные новые предложения по совершенствованию проектируемых кораблей.

Ген судостроителя Евгений Иванович передал и своим сыновьям Евгению и Владимиру, которые пошли по стопам отца, став инженерами-кораблестроителями, и достигли в этой области значительных высот.

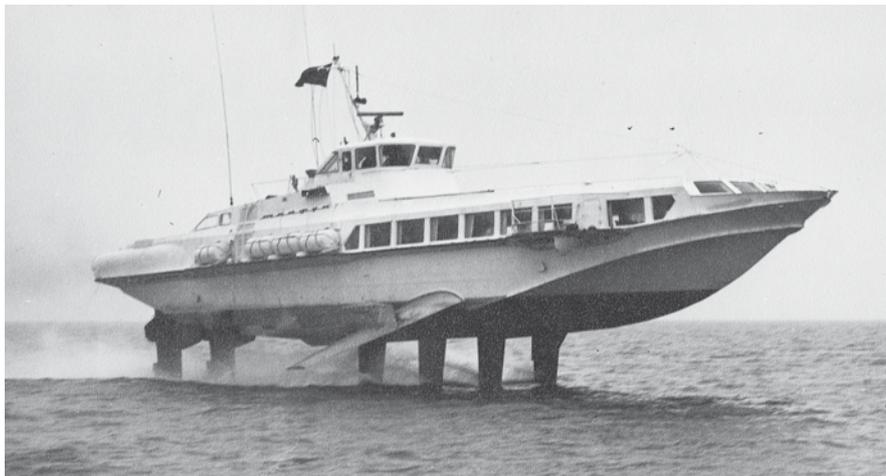
Уже 13 лет нет с нами Е.И. Юхнина, но благодаря традициям, которые были заложены им, ЦМКБ «Алмаз» находится на передовых позициях в кораблестроении нашей страны, а в составе многих флотов мира несут службу корабли и катера, созданные талантом и трудом этого выдающегося инженера-кораблестроителя. ■

31 декабря 1969 г. совершило свой первый «подлет» уникальное отечественное судно «Тайфун» с автоматически управляемыми подводными крыльями (АУПК). Оно было построено на Невском Морском заводе в Ленинграде (ныне – ОАО «Морской завод «Алмаз») по проекту ЦМКБ «Алмаз» (главный конструктор – В.М. Бурлаков).

25 ноября 1969 г. судно было спущено на воду и после непродолжительных швартовных испытаний переведено в Таллин на сдаточную базу завода, где в 1970–1972 гг. отработывались все системы и механизмы. Затем оно было предъявлено Морскому Реги-

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПАССАЖИРСКОГО СУДНА НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ «ТАЙФУН»

*Л.Г. Грабовец, ген. директор,
И.Я. Баскаков, директор музея истории,
ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз»,
контакт. тел. (812) 235 9436*



СПК «Тайфун»

стру СССР и получены документы на право эксплуатации в качестве пассажирского судна.

От своих «собратьев» – широко известных к этому времени отечественных судов на подводных крыльях (СПК) «Ракета», «Метеор», «Комета», «Стрела», а также зарубежных РТ-20, РТ-50 и других – «Тайфун» принципиально отличался подводными крыльями (ПК).

Все упомянутые СПК были оборудованы так называемыми фиксированными ПК (ФПК), устойчивость движения на которых обеспечивается за счет пересекающих поверхность воды или малопогруженных элементов. Эффективные в условиях тихой воды эти элементы оказываются наиболее подвержены воздействию волновых возмущений при движении на волнении. На устойчивость движения судна с ФПК влияет также курсовой угол по отношению к бегу волны. Такие ПК «отслеживают» профиль волны только при ходе на острых курсовых углах к направлению движения волны. При движении на попутной волне ФПК работают как бы «в противофазе» с фронтом волны из-за орбитального движения частиц воды в волне и связанного с этим уменьшения

углов атаки ПК при прохождении набегающего фронта волны. Это приводит к «провалам» СПК даже с потерей крыльевого режима движения. Кроме резкого падения скорости хода при этом наблюдается высокий уровень ускорений. Другими словами, СПК с ФПК имеют высокие скорости хода на тихой воде, но ограниченную мореходность. Так, мореходность СПК «Комета» ограничена высотой волны 1,25–1,5 м. И даже при этой высоте волны значительный уровень ускорений снижает привлекательность судна для пассажиров. При ограничении мореходности пассажирских судов с ФПК предельно допустимый по условиям обитаемости уровень вертикальных и поперечных ускорений является определяющим фактором. В настоящее время имеется достаточное количество исследований, в которых указаны предельно допустимые для пассажира уровни ускорений, зависящие как от продолжительности воздействия, так и от частотного диапазона. Например, при рейсе продолжительностью до 8 ч вертикальные ускорения не должны превышать 0,5 g, а поперечные и того ниже – порядка 0,1 g.

У большинства судов с ФПК эти величины превышены в 2–4 раза.

Высокие скорость хода и мореходность важны не только для гражданских СПК, но и для военных. Так, отечественные пограничные катера-перехватчики проекта 125А с управляемыми ПК того же главного конструктора В.М. Бурлакова развивали скорость хода на тихой воде 65 уз, а на волнении 4 балла (высота волны 3%-ной обеспеченности до 2 м) – не более 42 уз, при уровне вертикальных ускорений до 3 – 4 g. Обитаемость таких катеров была весьма посредственной, не говоря уже о возможности использования оружия. Применение на них АУПК сделало бы их более эффективными.

Конструкторы еще с 30-х гг. прошлого века искали пути устранения отмеченных недостатков судов с ФПК. С этой целью создавались различные конструкции. Одной из наиболее известных следует назвать схему Гука. В ней за счет вынесенных вперед СПК поплавок, которые механически связывались с закрылками ПК, поддерживалось постоянное погружение ПК, а следовательно, и устойчивое движение судна на волнении. В СССР эта схема исследовалась в ЦАГИ проф. Л.А. Эпштейном. Большого распространения она не получила.

Вторая мировая война дала широкий импульс развитию электроники и вычислительной техники. Появились авиационные автопилоты, обеспечившие самолетам стабилизацию по крену, дифференту (тангажу) и курсу, а также высоте полета за счет автоматического отклонения исполнительными механизмами закрылков и соответствующего изменения подъемной силы крыла по сигналам гироскопов, датчиков угловых скоростей, ускорений и т.д. Скоростное катеростроение, всегда заимствовавшее многие прорывные технологии из авиации, не оставило без внимания появление авиационных автопилотов. Возникло желание использовать их и для стаби-

лизации движения СПК на волнении. Первые исследования в этом направлении начались в США, где конструкторы начали вести работы по созданию судов с глубокопогруженными АУПК, не обладающими собственной устойчивостью без системы стабилизации – автопилота. В отличие от США в СССР, в МАИ им. С. Орджоникидзе, первые опыты с АУПК начались в 1949 г. на трофейном немецком катере ПК-1 с самоустойчивыми пересекающими поверхность воды ПК, и касались они только стабилизации углов дифферента за счет установки на кормовом ПК закрылка, который управлялся по сигналам от гировертикали. Только позднее, в конце 50-х гг., в ЦАГИ (В.А. Лукашевский) и МАИ (Е.Г. Извольский) начались работы с глубокопогруженными АУПК. Здесь исследователи столкнулись с рядом проблем. Одной из них было обеспечение автоматического выхода СПК в крыльевой режим. Это потребовало отработки программного управления углом дифферента и высотой «полета» в функции от скорости движения. При этом необходимость стабилизации СПК по крену во всем диапазоне скоростей накладывала ограничения на предельные углы отклонения органов управления подъемной силой (закрылков, полноповоротных ПК и т.д.) от сигналов по дифференту и высоте.

Не менее сложной оказалась отработка канала высоты. В отличие от самолета, имеющего в полете значительный запас высоты, у СПК запас высоты, или клиренс – отрыв корпуса от воды, даже у крупных СПК не превышает 1–3 м. Это резко ужесточает требования к точности стабилизации в канале высоты. Если построение каналов крена, дифферента и курса могло базироваться на авиационных решениях и датчиках, то при формировании законов управления канала высоты для автопилотов СПК потребовалось создание и соответствующих датчиков, таких, например, как датчики погружения ПК.

Появились и смежные проблемы. Поскольку повышение мореходности судов с АУПК достигается за счет компенсации волновых возмущений соответствующими изменениями сил на подводных крыльях, важно снизить волновое воздействие и на корпус. А этого можно достичь, только увеличив отрыв корпуса от воды, или клиренс. С его увеличением появляются проблемы передачи мощности к двигателям. От привычных наклонных валопроводов пришлось отказаться ввиду больших углов их наклона из-за неэффективной работы гребных винтов в косом потоке при углах более 11–13°.

Стали исследовать варианты с угловыми трансмиссиями – угловыми колонками, полнонапорными водометами и даже гидропередачи.

Интенсивность научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию судов с АУПК была наиболее высокой в США. В начале 60-х гг. там уже приступили к созданию опытных судов. Одним из наиболее удачных зарубежных СПК с АУПК этого периода следует назвать «Corsario Negro», спроектированный американской авиационной фирмой «Grumman Aircraft Engineering Corp.», построенный в ФРГ на верфи «Blom und Voss» для испанской судоходной компании «Maritima Antares». Это пассажирское СПК на 88 посадочных мест предназначалось для эксплуатации в районе Канарских островов. Оснащенное газовой турбиной мощностью 3500 л.с. оно развивало скорость около 50 уз на тихой воде и 45 уз на волнении высотой 2 м. При этом вертикальные ускорения не превышали 0,5 g. Три отдельно стоящих ПК (два побортно расположенных носовых и одно кормовое – схема «самолетного» типа) несли примерно по одной трети водоизмещения судна. Стойка кормового ПК одновременно являлась и стойкой угловой трансмиссии. Крылья были выполнены подъемными, благодаря чему осадка на стопе с 3,9 м уменьшалась до 1,3 м. Изменение подъемной силы ПК достигалось за счет поворота всей плоскости каждого из крыльев вокруг поперечной оси с помощью гидроприводов по сигналам системы стабилизации. Планировалась постройка серии подобных судов.

Затем за рубежом появились СПК типа «Victoria» на 250 пассажиров с крыльевой схемой типа «утка» (70% водоизмещения несет кормовое ПК) и водометными двигателями. Поступавшая из-за рубежа информация свидетельствовала о том, что пассажирские суда с АУПК рассматриваются там как прототипы для последующего использования в военных целях. Так, на платформе СПК «Corsario Negro» фирмой «Grumman» был создан ракетный катер «Flagstaff». Решения, примененные здесь, были положены в основу при создании крупного опытного КПК «Pleinview» водоизмещением 320 т. Фирмой «Boeing» параллельно с созданием «Victoria» строились боевые катера типа «Tucumcagu», «Hai Point», «PHM» и др.

Интенсивная эксплуатация пассажирских судов с АУПК позволяла быстрее выявлять и дорабатывать наиболее слабые узлы, а разнообразие решений конкурирующих фирм «Grumman» и «Boeing» – выбрать на-

иболее удачные для воплощения при серийной постройке варианты.

Отечественные специалисты, создавшие на рубеже 1950–1960 гг. первые в мире ракетные катера, столкнулись еще с одной проблемой, обусловленной недостаточной мореходностью судов. При ходе на волнении 4–5 баллов из-за больших амплитуд качки происходят задержки в старте ракет, и залповая стрельба ракетами становится невозможной. В отдельных случаях эти задержки достигали 40–50 с, в результате чего резко снижалась боевая эффективность ракетных катеров. Сам собой встал вопрос о создании стабилизированной платформы для запуска ракет. В качестве такой платформы идеально подходил катер с АУПК. Поэтому, разрабатывая оперативно-техническое задание на создание малого ракетного корабля «Овод», ВМФ предусмотрел также вариант с АУПК (пр. 1234 АУПК). Однако к началу 60-х гг. в СССР ряд НИИ и КБ вел только разрозненные опытные работы по АУПК с отработкой решений на небольших самоходных моделях, в то время как за рубежом уже строились пассажирские и опытные военные катера с АУПК. Разработка проекта отечественного ракетного корабля с АУПК в этих условиях становилась проблематичной, тем более что согласно выполненным проектным проработкам водоизмещение такого корабля должно было превысить 400 т.

В июле 1963 г. начальник ЦМКБ «Алмаз» Е.И. Юхнин собрал совещание в составе представителей всех ведущих организаций страны, занимавшихся АУПК, с тем, чтобы более четко определить состояние отечественных работ в этом направлении и наметить пути перехода от опытных работ к созданию реального корабля. Приступить сразу же к проектированию корабля с АУПК водоизмещением порядка 400 т совещание посчитало рискованным. Вместе с тем было констатировано, что состояние отечественных работ по АУПК позволяет реально построить катер с АУПК водоизмещением порядка 65 т. Учитывая это, совещание выработало предложения для руководства Минсудпрома о мероприятиях, которые должны предшествовать реальному проектированию 400-тонного ракетного корабля с АУПК. В качестве промежуточной ступени предлагалось создать «полунатурную самоходную модель» МРК с АУПК, т.е. катер водоизмещением около 65 т. Предложения были оперативно рассмотрены руководством Минсудпрома и правительством. Вышедшим вскоре Постановлением Совета Министров СССР задача создания оте-

чественных судов и кораблей с АУПК была отнесена к числу приоритетных. Приказы Минсудпрома и совместные решения Минсудпрома и ВМФ зафиксировали соответствующие сроки реализации проектных работ. Теперь «полунатурной самоходной модели» присваивался номер 1233 и шифр «Тайфун». Согласно плану ОКР 2-го ГУ Минсудпрома реализация этого проекта была поручена ЦМКБ «Алмаз», которому 11 ноября 1964 г. было выдано задание на разработку эскизного проекта судна. В решении этой важной проблемы участвовали также ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, ЦНИИ «Электроприбор», ЦАГИ им. проф. Н. Е. Жуковского, МАИ им. С. Орджоникидзе, ЦНИИ «Прометей», ЦНИИ технологии судостроения, КБ «Винт», ПО «Алмаз» (ныне – ОАО «СФ «Алмаз») и другие организации.

Первоначально «Тайфун» рассматривался как фрудовская полунатурная модель 400-тонного корабля, которому был присвоен номер 1240 и индекс «Ураган» (в отличие от первоначального 1234-АУПК). Скорость хода корабля проекта 1240 была задана в 60 уз. Исходя из этого, выбирали и профили ПК на режим безкавитационного обтекания. Последнее требовало применения относительно «тонких» профилей с относительной толщиной 4–5%. В этом случае фрудовская модель – СПК «Тайфун» – на моделируемых скоростях 40–45 уз должна была иметь гидродинамическое качество не выше 8 ед. В то же время гидродинамическое качество эксплуатирующихся на этих скоростях пассажирских СПК типа «Стрела», «Комета» находились в диапазоне 14–16 ед. Такая разница обусловлена тем, что для скоростей порядка 40 уз относительная толщина оптимальных профилей из условий кавитации составляет 6–8%. Однако более толстые профили для скоростей 60 уз не годятся. Большие капитальные вложения, которые предстояло сделать при создании СПК «Тайфун», не позволяли использовать его только как самоходную модель. В то же время эксплуатация СПК «Тайфун» в качестве пассажирского судна с крыльями, гидродинамическое качество которых будет вдвое ниже существующих пассажирских СПК, была заведомо обречена на неудачу. Поэтому после многочисленных дискуссий решили рассматривать СПК «Тайфун» не как *фрудовскую модель* корабля «Ураган», а как *аналог*, на котором отработываются принципиальная схема системы управления АУПК, высоконапорная система гидравлики для гидроприводов ПК, система передачи

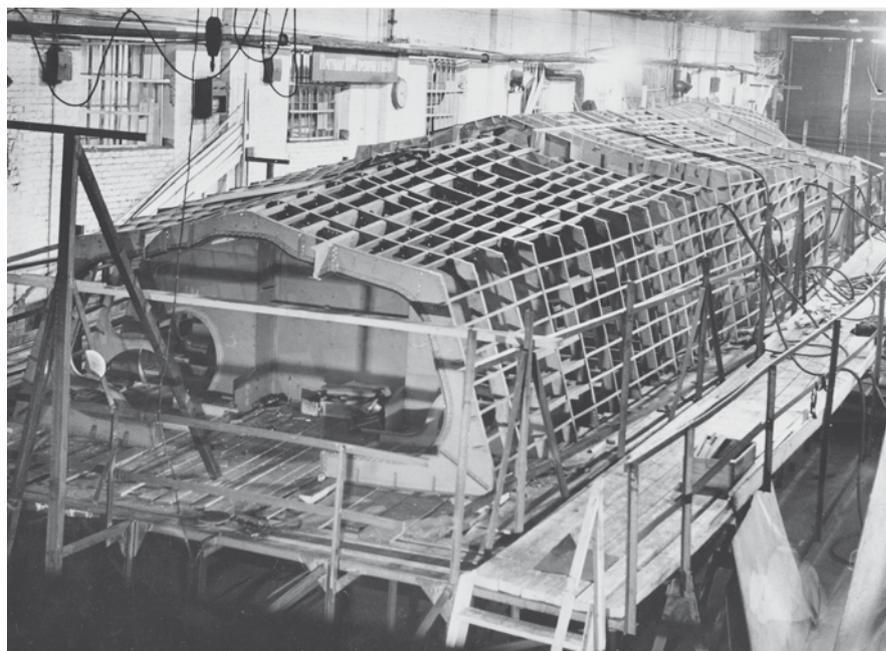
мощности – угловые колонки, система водоотделения воздуха газовых турбин и ряд других более мелких вопросов. Что касается крыльевой схемы, то было решено проектировать ее оптимальной применительно к скоростям 40–45 уз. Это развязало руки конструкторам и позволило выбрать оптимальные «толстые» профили. В процессе рассмотрения крыльевых схем предпочтение было отдано «самолетной» схеме глубокопогруженных ПК, состоящей из носового неразрезного ПК, несущего 73% нагрузки судна, и кормового ПК, воспринимающего остальные 27% нагрузки судна, тем более что эта схема в течение нескольких лет отработывалась ЦМКБ «Алмаз» совместно с разработчиком системы автоматизации – ЦНИИ «Электроприбор» на однотонной модели ЛК-11 и показала неплохие результаты по ходкости и мореходности. В качестве органов управления подъемной силой ПК были применены закрылки. Для уменьшения гидродинамических моментов на закрылках они были выполнены с компенсацией. Это решение по условиям кавитации тоже было возможно для 40-узловое судна.

В 1966 г. ЦМКБ «Алмаз» разработало технический проект СПК «Тайфун», рассматривавшегося уже однозначно как пассажирское судно. В качестве уступки военным в пояснительной записке было сделано упоминание о том, что «на СПК «Тайфун» могут быть испытаны и крылья, моделирующие крылья «Урагана», но в этом случае на палубе СПК «Тайфун» дополнительно к штатным газотурбинным двигателям (ГТД) мощностью

по 1750 л.с., работающим через угловые колонки на гребные винты, устанавливаются 2 турбореактивных ускорителя АИ-25 тягой по 2500 кг каждый, поскольку в этом случае мощности основных ГТД будет недостаточно». Фактически этот вариант не был реализован.

В составе проекта СПК «Тайфун» была представлена система стабилизации движения «Сирокко», разработанная ЦНИИ «Электроприбор» (ныне – концерн «Электроприбор»), угловые колонки, разработанные КБ «Винт» и изготовленные «Пролетарским заводом» (ныне – ОАО «Пролетарский завод»). В 1967 г. были разработаны рабочие чертежи судна и в 1968 г. приступили к постройке судна.

Строителем судна был назначен В. М. Крымов. Приверженец авиационных технологий изготовления клепаных легкосплавных корпусов главный конструктор судна В. М. Бурлаков оказался верен своим пристрастиям. Корпус СПК «Тайфун» изготавливали из несвариваемого алюминия магниевого сплава В-48Т1. Изготовление корпуса, установку угловых колонок вели в тесном старом эллинге, и только мастерство и изобретательность главного инженера Ю. Н. Стуколкина позволили вытащить готовый корпус на достроечную набережную. Здесь были установлены: носовое подводное крыло, главные двигатели, система стабилизации, смонтирована система гидравлики для исполнительных механизмов перекладки закрылков. Как уже отмечено выше, после непродолжительных швартовных испытаний судно на буксире 13 декабря 1969 г. было переведено в Таллин на сдаточную базу, где и на-



Постройка СПК «Тайфун»



Пассажирский салон СПК «Тайфун»

чалась отработка систем и механизмов судна. После первого «подлета» судно в течение 1970–1972 гг. находилось в опытной эксплуатации без пассажиров. Основное время было потрачено на выбор структуры и типов датчиков системы стабилизации «Сирокко». Почти два года главный конструктор системы В.Н. Иванов пытался реализовать свою, оказавшуюся ложной, идею использовать в качестве датчиков углов крена и дифферента линейные акселерометры. Только после вмешательства главного инженера ЦНИИ «Электроприбор» В.Н. Гордеева в качестве датчиков угловых отклонений судна были установлены обычные авиационные гировертикали и решена проблема устойчивого движения судна. Вскоре были проведены многовариантные испытания с имитацией отказов, по результатам которых Морским Регистром СССР (ныне – Морской Регистр судоходства) в 1972 г. были выданы документы на право эксплуатации СПК «Тайфун» в качестве пассажирского судна.

В 1973–1978 гг. судно находилось в опытной эксплуатации с пассажирами на линии Ломоносов–Таллин. Обслуживала судно заводская команда в составе капитана Б.В. Громова, механиков В.М. Бессонова, Г.Е. Шехурина, А.И. Лаптева, электриков В.И. Фомина, П.И. Иванова, В.И. Пляциевского, В.М. Гришанова, Ю.Б. Болдина, мото-

ристов М.И. Выгузова, Н.А. Лаптева, Б.А. Проказова, О.В. Терина, гидравлика С.М. Евдокимова. Смена состояла из четырех человек. Эксплуатация СПК «Тайфун» показала, что оно обеспечивает комфортные условия пребывания пассажиров при ходе на тихой воде при скорости 45 уз и волнении высотой 2 м при скорости 40 уз. При этом вертикальные ускорения у носовых рядов кресел не превышали 0,5 g. При ходе за волной комфортные условия сохранялись даже при ходе на волнении высотой до 3 м. Время в пути от Ломоносова до Таллина не превышало 4 ч.

Была отмечена эффективная работа системы водоотделения воздуха, забираемого главными газотурбинными двигателями. Впервые на СПК примененный комплекс противозумных мероприятий удовлетворял санитарным нормам. Система кондиционирования воздуха обеспечивала комфортные температурные и влажностные условия в пассажирском салоне. Свободная планировка и наличие прогулочной палубы в корме судна позволяли пассажирам перемещаться и иметь обзор, а буфет с минимальным набором услуг – покрепиться чашкой кофе.

В 1971 г. на СПК «Тайфун» было получено авторское свидетельство на промышленный образец. В 1972 г. модель СПК «Тайфун» была представлена в качестве экспоната на ВДНХ СССР, а ее авторы удостоены меда-

лей ВДНХ. В их числе – В.М. Бурлаков, И.Я. Баскаков, В.В. Козлов, М.Н. Куприянов и др. Министерство морского флота СССР, внимательно следившее за отработкой СПК «Тайфун», неоднократно пыталось заказать Минсудпрому серию СПК «Тайфун». Однако министерство под давлением некоторых чиновников упорно отвечало, что такого судна нет, так как «СПК «Тайфун» всего лишь модель боевого корабля». В силу этого СПК «Тайфун» не стал серийным. В то же время он прояснил только малую долю проблем, с которыми проектантам пришлось столкнуться при создании ракетного корабля «Ураган», поскольку не был моделью последнего. Проблемы корабля «Ураган» решались на самоходных моделях ЛК-14 и 125Б, а также в процессе испытаний натурного корабля.

Основные характеристики СПК «Тайфун»

Водоизмещение полное, т	66,4
Длина наибольшая, м	31,4
Ширина, м:	
наибольшая по крыльям	10
наибольшая по корпусу	5,6
Осадка, м:	
габаритная	4,3
корпуса	1,3
ГЭУ, л.с.	
Газотурбинная Аи-23с-1 – 2×1750	
Установка малого хода, л.с.	
Дизельная 6ЧСП 13/14 – 1×160	
Скорость полного хода, уз:	
на тихой воде	45
на волнении 4 балла	40–41
Скорость хода под дв. малого хода, уз	5
Мореходность:	
в крыльевом режиме, $h_{3\%}$, м	2
в режиме плавания, баллы	6
Пассажирместимость, чел.	98
Рег. вместимость (валовая), т	118
Дальность плавания, мили	До 200
Крыльевая схема, тип	
АУПК, «самолетная»	
Система стабилизации движения	
«Сирокко»	
Материал:	
корпуса	В48Т1
крыльев	ОХ17Н7Ю

ЛИТЕРАТУРА

- И.Я. Баскаков, В.М. Бурлаков. Морское судно на автоматически управляемых подводных крыльях «Тайфун» // Судостроение. – 1971. – №10. – С. 3–8.
- Н. Малов. «Бегущее по волнам» // Ленинградская правда. – 1973. – 26 августа. ■

При проектировании авианосца (АВ) основное внимание должно уделяться оптимизации всех его элементов для максимального удовлетворения требований к обеспечению приема, обслуживанию и взлету летательных аппаратов (ЛАК) – основного оружия кораблей рассматриваемого класса.

Решающее влияние на выбор главных размерений АВ оказывают характеристики размещаемых на нем самолетов, их количество, а также условия базирования. Нижний предел водоизмещения АВ определяется потребными габаритами полетной палубы для обеспечения безопасных взлета и посадки современных палубных самолетов, имеющих высокие посадочную и взлетную скорости. Количество размещаемых на корабле ЛАК в этих условиях оказывает на выбор главных размерений корабля второстепенное влияние, так как принимается в большинстве случаев максимально возможным при выбранных габаритах полетной палубы.

Все современные авианосцы, предназначенные для эксплуатации ЛАК с катапультным взлетом и посадкой на аэрофинишер, имеют угловые полетные палубы. Такой тип палубы появился в 50-гг. прошлого века вследствие принятия на вооружение палубных самолетов с реактивными двигателями в целях обеспечения безопасности проведения посадочных операций*.

Угол между осью посадочной полосы и диаметральной плоскостью (ДП) корабля составляет $10,5^\circ$ для американских многоцелевых АВ. Для АВ среднего водоизмещения это значение может быть уменьшено до $5-8^\circ$. Полетная палуба современного авианосца может быть разделена на три основных участка: посадочную полосу, взлетный участок и районы парковки ЛАК.

Последние представляют собой участки, нахождение на которых ЛАК

* Для АВ 20–30-х гг. XX в. был характерен еще один вид полетной палубы (ПП) – многоуровневая, состоящая из короткой взлетной палубы в носовой части корпуса (или стартовую площадку в передней части ангара) и предназначенная в основном для посадки летной палубы поверх ангара. Подобные схемы были использованы на японских авианосцах «Akagi» и «Kaga» (оба яруса ангара имели собственные стартовые площадки в передней части и посадочную палубу поверх верхнего ангара), британских авианосцах «Glorious», «Furious» и «Courageous» (перед ангаром находилась короткая взлетная площадка). Аналог подобной системы – катапульту для старта из ангара через бортовой лацпорт – имели первые авианосцы серии «Essex».

Теоретические преимущества подобной схемы – возможность разделения взлета и посадки самолетов, освобождения летных палуб от машин. Практика показала несовершенство этой схемы (основной причиной была недостаточная длина посадочной палубы), ее опасность для пилотов.

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГАБАРИТОВ ПОЛЕТНЫХ ПАЛУБ И АНГАРОВ СОВРЕМЕННЫХ АВИАНОСЦЕВ

Д.В. Курочкин, канд. техн. наук, доцент СПбГМТУ,
контакт. тел. (812) 7841140

не препятствует проведению взлетно-посадочных операций. На всех АВ с угловой палубой в качестве парковочной площади используется треугольный участок палубы, ограниченный с кормы и левого борта посадочной полосой, с правого борта – кромкой палубы и островом, в носу – расположенными в корму от катапульт отражателями газовых струй. Очевидно, что с увеличением угла между осью посадочной палубы и ДП парковочная площадь увеличивается.

Учитывая изложенные выше обстоятельства, длину полетной палубы вновь проектируемого авианосца можно определить по формуле

$$L_{\text{пн}} = L_{\text{пос}} \cos \alpha + (1-k)L_{\text{взл}}, \quad (1)$$

где $L_{\text{пос}}$ – длина посадочного (углового) участка палубы; α – угол между осью посадочной полосы и диаметральной плоскостью; $L_{\text{взл}}$ – длина взлетного участка полетной палубы; k – коэффициент перекрытия взлетного участка посадочной полосой.

На современных АВ коэффициент k составляет $0,07-0,13$. по мере снижения угла α и водоизмещения кораблей он повышается до $0,5-0,7$.

Длина посадочного участка определяется как сумма составляющих:

$$L_{\text{пос}} = L_{\text{к}} + \frac{l_a(n-l)}{2} + L_{\text{т}} + L_{\text{с}} + L_{\text{р}}, \quad (2)$$

где $L_{\text{к}}$ – среднее отстояние точки касания колесами палубы от кормового среза; l_a – расстояние между соседними палубными тросами аэрофинишера; n – количество палубных тросов аэрофинише-

ра; $L_{\text{т}}$ – вытяжка тросов аэрофинишера при торможении самолета; $L_{\text{с}}$ – длина самолета; $L_{\text{р}}$ – радиус разворота самолета при маневрировании.

Расчетное отстояние точки касания колесами палубы от ее кормового среза обычно принимается таким, чтобы при угле снижения $3-4^\circ$ зазор между шасси самолета и кормовой кромкой полетной палубы был $3,3$ м. Считается, что самолет должен зацепиться гаком за один из средних тросов. В этих условиях $L_{\text{к}}$ составляет примерно $95-100$ м (рис. 1).

Расстояние между палубными тросами аэрофинишера $l_a = 12$ м, при четырех тросах. Вытяжка троса аэрофинишера при посадке самолета $L_{\text{т}}$ зависит прежде всего от посадочной скорости самолета и может быть определена по следующей формуле:

$$L_{\text{т}} = \frac{(V_{\text{с}} - V_{\text{в}})^2}{2a_{\text{т}}\delta}, \quad (3)$$

где $V_{\text{с}}$ – посадочная скорость самолета, м/с; $V_{\text{в}}$ – скорость встречного потока воздуха над палубой авианосца, м/сек; δ – коэффициент полноты диаграммы ускорения ($0,75-0,8$); $a_{\text{т}}$ – допустимые перегрузки при торможении, м/с².

При характерных для современных самолетов посадочных скоростях и перегрузках при торможении не более $4,0-4,5g$ величина $L_{\text{т}}$, назначаемая с некоторым запасом, составит примерно $75-85$ м.

Длина взлетного участка

$$L_{\text{взл}} = L_{\text{о}} + L_{\text{с.п.}} + L_{\text{м}}, \quad (4)$$

где $L_{\text{о}}$ – расстояние между отражательным щитом катапульты и кормовой

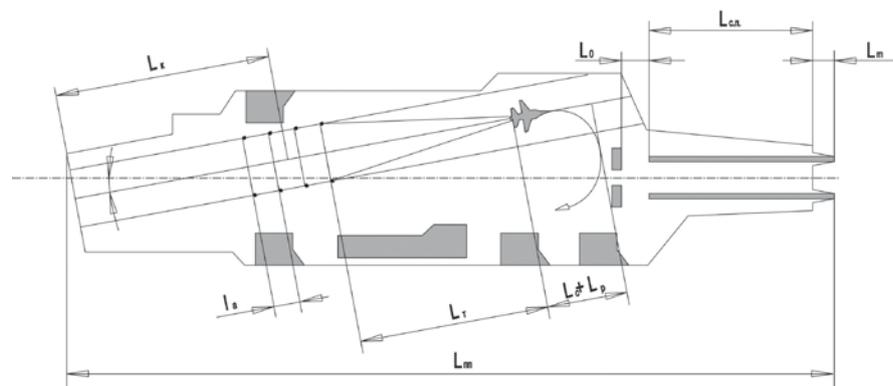


Рис. 1. К расчету полетной палубы авианосца

кромкой ее палубной прорези (установочный участок); $L_{ст}$ – длина стартового пути катапульты; L_m – тормозной путь.

Величина L_o зависит от длины самолетов, базирующихся на АВ. На американских АВ она составляет 16–20 м. Длина трека катапульты (прорези в полетной палубе) – 77 м. Величина $L_m \approx 6–8$ м, она определяется размерами водяного тормоза катапульты. Общая длина взлетного участка на современных АВ равна 94,5 м. Длина катапульты обусловлена взлетной скоростью самолета и максимально допустимым ускорением. Следует учитывать тот факт, что длина катапульты тесно связана с величинами взлетной скорости и ускорения ЛАК (рис. 2). Так, увеличение взлетной скорости на 20 км/ч при ускорении 5g приводит к необходимости увеличения длины катапульты на 8–10 м. Длину посадочной полосы и участка взлета определяют, исходя из обеспечения возможности взлета и посадки всех намеченных для базирования на корабле самолетов при отсутствии встречного ветра над палубой.

Из изложенного выше следует, что наилучшие условия базирования новейших палубных самолетов могут быть обеспечены при длине полетной палубы 330 – 340 м. У современных американских АВ размеры полетных палубы лежат именно в этом диапазоне.

Ширину полетной палубы современных АВ назначают, исходя из двух важнейших требований: обеспечения надлежащей ширины посадочной полосы и достаточной парковочной площади.

Ширина посадочной полосы определяет ширину полетной палубы по ее кормовому срезу. В настоящее время она достигает 42 м, что составляет 1,55 – 1,70 размаха крыльев наибольшего из числа базирующихся самолетов. На авианосцах среднего водоизмещения (30 000 – 50 000 т) это значение снижается до 36–38 м (1,44–1,55 размаха крыльев наибольшего самолета), а на легких АВ – до 24–25 м (1,13 размаха крыльев). Максимальная ширина полетной палубы в свету (до острова) на АВ большого, среднего и малого водоизмещения составляет 60–67, 31–35 и 25–27 м соответственно. Общая ширина полетной палубы в средней части у авианосцев большого, среднего и малого водоизмещения составляет 76–79, 40–50 и 28–35 м соответственно.

Использование на АВ самолетов с вертикальным (укороченным) взлетом и посадкой (СВВП) может существенно уменьшить габариты полетных палуб.

У современных АВ отношение длины полетной палубы $L_{ст}$ к длине по КВЛ ($L_{КВЛ}$) довольно стабильно и находится в пределах $L_{ст} / L_{КВЛ} = 1,038 \div 1,07$. Оно может принимать и большие значения

V, км/час

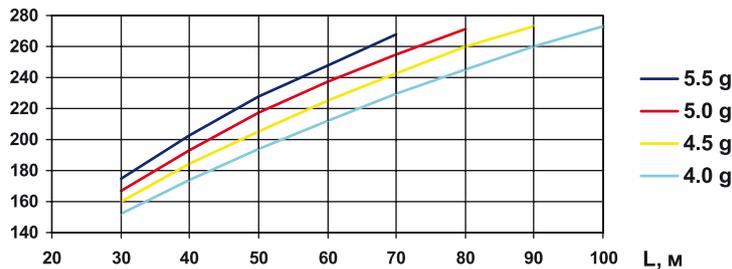


Рис. 2. Зависимость длины стартового пути L от взлетной скорости катапультлируемого самолета V при различных ускорениях

(до 1,09) за счет использования в кормовой части нависающей консольной конструкции.

Отношение ширины полетной палубы $B_{ст}$ к ширине $B_{КВЛ}$ корабля по КВЛ несколько менее стабильно и составляет при полном водоизмещении $D_{п}$ следующие значения:

$D_{п}$, т	$B_{ст} / B_{КВЛ}$
20000	1,43–1,51
27 000–35 000	1,35–1,71
42 000–64 000	1,35–1,59
76 000–90 000	1,83–1,87

Ниже приводятся графики (рис. 3 и 4) статистической зависимости длины $L_{ст}$ и ширины $B_{ст}$ полетных палуб авианосцев от полного водоизмещения $D_{п}$ (приводятся значения практически по всем авианосцам с 1918 г., за исключением эскортных).

Размеры ангара АВ определяются количеством и размерами базирующихся на АВ ЛАК, которые размещаются в ангаре так, чтобы они могли быстро и свободно перемещаться на подъемники и с полетной палубы обратно в ан-

гар. На американских кораблях самолеты, как правило, расставляют «елочкой» вдоль бортовых переборок, с проходом в средней части, в котором размещаются готовые к вылету машины. Промежутки между ЛАК составляют в свету 10 см.

Площадь ангара проектируемого АВ, имеющего только бортовые подъемники, потребная для базирования на нем авиагруппы заданного состава может быть найдена по следующей формуле:

$$S_{анг} = \frac{(1 - a_s) N S_{сп}}{0,685}, \quad (5)$$

где N – общее количество КЛА в составе авиагруппы; a_s – относительное количество самолетов, постоянно находящихся на парковочной площади полетной палубы; $S_{сп}$ – средняя площадь, занимаемая одной машиной в сложенном состоянии,

$$S_{сп} = \sum_{i=1}^{i=k} \frac{n_i}{N} S_i, \quad (6)$$

где k – количество типов КЛА, входящих в состав авиагруппы; n_i – количество КЛА i -го типа; S_i – площадь проекции КЛА i -го типа на горизонтальную плоскость.

Lпп, м

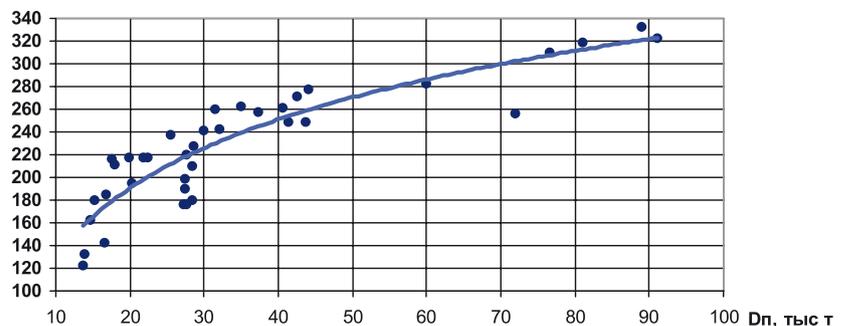


Рис. 3. Статистическая зависимость длины полетных палуб авианосцев $L_{пп}$ от их полного водоизмещения $D_{п}$

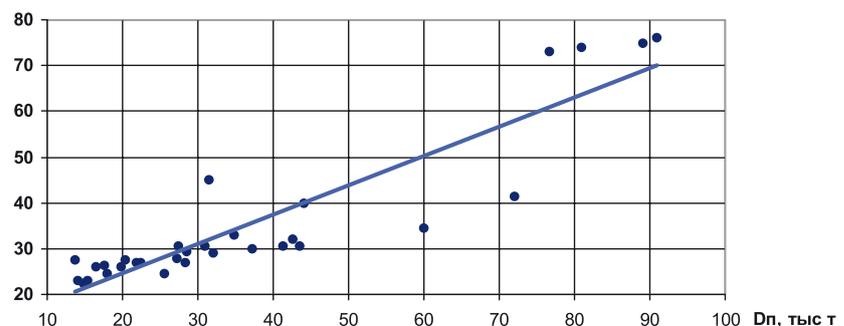


Рис. 4. Статистическая зависимость ширины полетных палуб авианосцев $B_{пп}$ от их полного водоизмещения $D_{п}$

В среднем на один самолет приходится около 200 м² ангара. Коэффициент a_s у современных АВ составляет не менее 0,10–0,15 (рис. 5).

Американские ударные АВ послевоенной постройки, начиная с кораблей типа «Forestall», имеют ангар высотой 7,6 м, а ангары АВ типа «Nimitz» – 8,07 м.

Американские АВ имеют относительно более длинные и широкие ангары, чем английские корабли. Отношение длины ангаров к длине корабля по КВЛ у американских АВ составляет 0,79–0,83, а у английских – 0,66–0,75. Отношение наибольшей ширины ангара к ширине корабля по КВЛ у авианосцев США, Франции и Англии соответственно равно 0,78–0,80 и 0,61–0,70. Ширина ангара принимается максимально возможной из условия размещения по обоям бортам проходов вдоль корабля с трапами на выше- и нижележащие палубы и, кроме того, с правого борта – дымоходов, а с левого – различных вспомогательных помещений.

Количество тонн полного водоизмещения, приходящегося на 1 м² размещенного на нем ангара у французских, американских и английских АВ соответственно составляет 8,8, 9,6–11,4, и 10,5–13,1 т/м².

Количество тонн полного водоизмещения, приходящегося на один базирующийся на авианосце самолет, у современных американских АВ достигает 950–1000 т, у авианосцев типа «Essex» – 750–800 т, у английских кораблей – 950–1100 т.

Объем ангара составляет примерно 20–25% общей кубатуры корпуса. Количество тонн полного водоизмещения, приходящегося на 1 м³ ангара, лежит в пределах 1,25–1,40 т/м³.

Статистические зависимости площади ангара и количества самолетов от полного водоизмещения представлены на графиках (рис. 6–8). Для наглядности на них приведены данные как для одноярусных, так и для двухъярусных ангаров.

Двухъярусные ангары были распространены на английских и японских кораблях в начале XX в., что объяснялось стремлением разместить на АВ как можно больше самолетов. Недостатком такой схемы было низкое расположение нижней ангарной палубы над ватерлинией, что серьезно ухудшало непотопляемость. Кроме того, двухъярусный ангар снижал остойчивость АВ, особенно в аварийном состоянии. В настоящее время все АВ имеют только одноярусные ангары.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мальцев Н.Я., Гордон Л.А. Авиакорабли и техника эксплуатации ко-

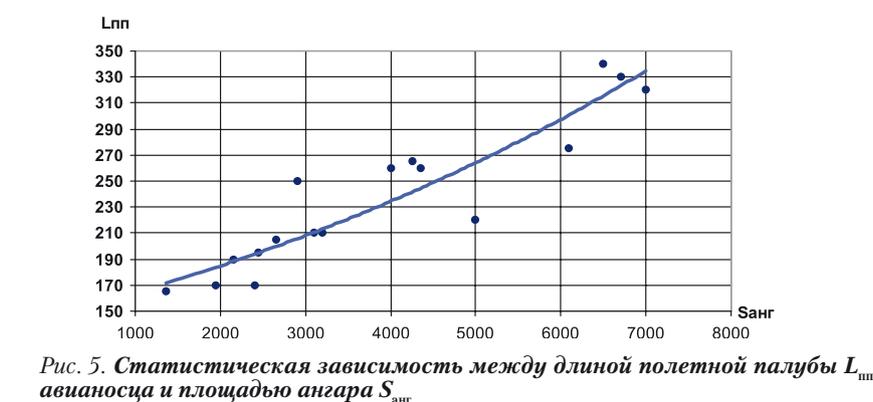


Рис. 5. Статистическая зависимость между длиной полетной палубы $L_{пал}$ авианосца и площадью ангара $S_{анг}$

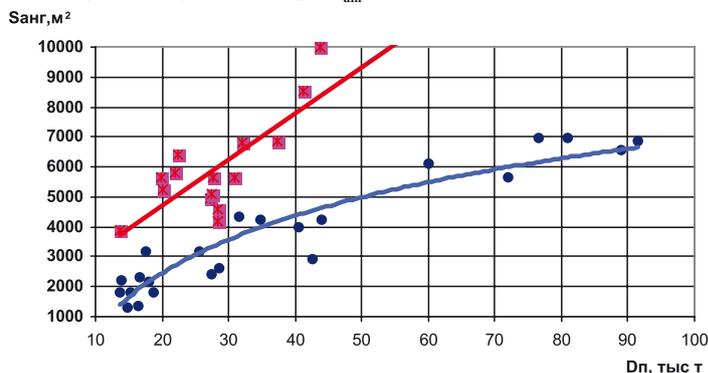


Рис. 6. Статистическая зависимость площади ангара $S_{анг}$ от полного водоизмещения $D_{п}$

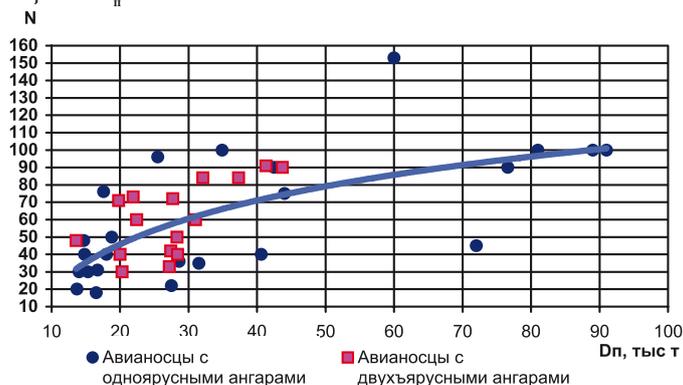


Рис. 7. Статистическая зависимость количества самолетов N от полного водоизмещения $D_{п}$

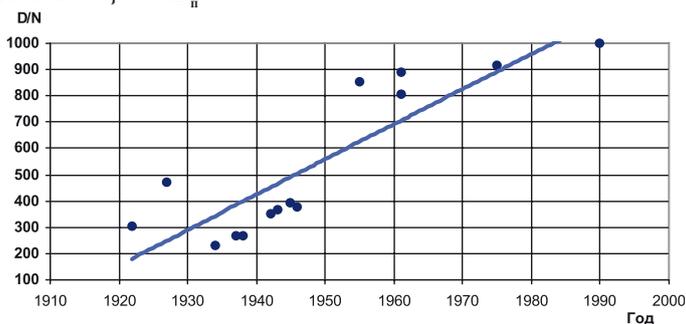


Рис. 8. Изменение величины отношения полного водоизмещения $D_{п}$ авианосцев США к количеству размещаемых на них самолетов N

- рабельных самолетов. – Л.: Изд. ЛКВВИА, 1951.
- Морин А.Б. Корабельная авиация и авианесущие корабли отечественного флота // Мир авиации. – 1994. – №6.
- Развитие авианосцев после второй мировой войны // Авиация и космонавтика. – 2001. – №7.
- Развитие класса авианосцев в США, Великобритании и Франции после Второй мировой войны: Сб. пер. – Л.: Изд. ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 1956.
- Jane's Fighting Ships, 1930–2010.
- Journal of the American Society of Naval Engineers, 1952–1954.
- Naval Engineers Journal, 2005–2010. ■

Россия – самая большая по площади страна в мире, имеющая наиболее протяженные морские границы и самую большую обитаемую заполярную территорию. Издавна россияне осваивали и открывали северные моря, богатые биоресурсами и шельфовыми месторождениями полезных ископаемых. Именами российских моряков названы моря Баренцево, Лаптевых, пролив Беринга, мыс Челюскина и др.

В самом северном городе мира с населением около 5 млн. человек – Санкт-Петербурге – находится штаб-квартира «Мюльхан Морфлот», совместного предприятия «Muehlhan-AG» (Гамбург) и российского партнера «Концерн Морфлот».

Уже более 22 лет компания оказывает услуги в области антикоррозионной защиты на рынке судостроения и судоремонта Санкт-Петербурга, Северо-Западного региона России, а также Поволжья и Дальнего Востока. Более 5 500 000 м² очищенных и окрашенных поверхностей на танкерах ледового класса, ледоколах и арктических исследовательских судах, буровых платформах для Арктики и судах снабжения – всё это работа компании «Мюльхан Морфлот».

Наиболее интересным проектом последних лет является уникальный арктический челночный танкер двойного действия, построенный для работы в нефтяном районе Баренцевого моря у Карских Ворот – месторождения «Приразломное». Таких танкеров было построено пять единиц, два из которых – на «Адмиралтейских верфях», где всю антикоррозионную защиту выполнял «Мюльхан Морфлот».



Рис. 1

Танкеры усиленного ледового класса «Михаил Ульянов» и «Кирилл Лавров» (рис. 1) грузоподъемностью 70 000 т, имеют систему электродвижения АВВ-Азипод. Также эти танкеры могут использоваться как продуктово-возы, поэтому при их строительстве были применены специальные схемы окраски грузовых танков, позволяющие обеспечить перевозку различных грузов.

«МЮЛЬХАН МОРФЛОТ»: МОРСКИЕ АРКТИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ РОССИИ

*А.Г.Филимонов, финансовый директор ООО «Мюльхан Морфлот»,
контакт. тел. +7 921 999 5542*



Рис. 2

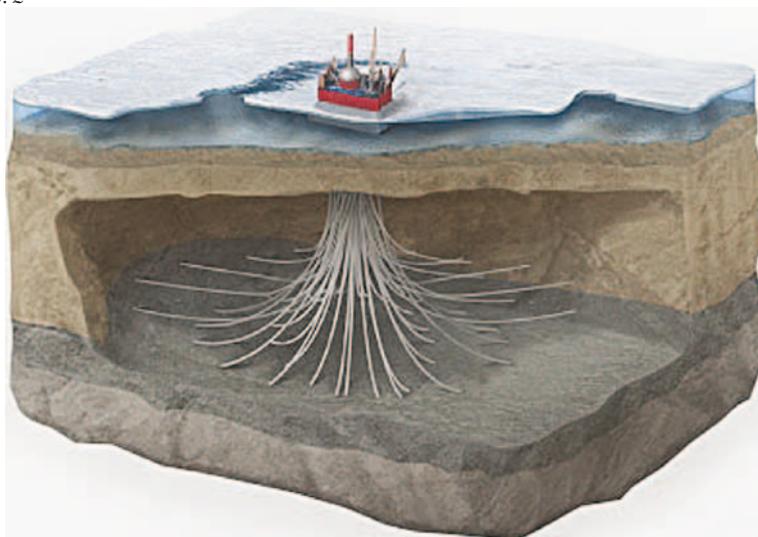


Рис. 3

Компания «Мюльхан Морфлот» работала и на МЛСП «Приразломная» (рис. 2). Эта стационарная платформа уникальна, поскольку устанавливается на дно Северного Ледовитого океана и позволяет бурить около 100 точек (рис. 3). Платформа «Приразломная» способна противостоять давлению арктических льдов, а жилой модуль представляет собой комплекс пожаростойких сооружений, обеспечивающих безопасную эвакуацию персонала в случае углеводородного пожара и воздействия реактивной струи пламени на конструкцию в течение 2 ч. С этой целью было использовано покры-

тие Chartek (InternationalPaint). Работы выполнены компанией «Мюльхан Морфлот» в рекордные сроки и в тяжелых погодных условиях.

Также с участием нашего предприятия на заводах Северо-Запада России был построен ряд буровых платформ для российских, норвежских и американских заказчиков. Все они, как и «Приразломная», будут обслуживаться судами-снабженцами (рис. 4), многие из которых были окрашены специалистами «Мюльхан Морфлот». Эти работы компания проводит уже на протяжении последних четырех лет и по настоящее время.



Рис. 4

Сегодня правительство России уделяет большое внимание строительству ледокольного флота (рис 5).

На смену судам ледокольного флота, построенных в 70–80-е гг., в соответствии с разработанной программой должны быть построены новые общей численностью до 40 ед. Введение их в эксплуатацию планируется в ближайшие 10–15 лет.

В реализации их проектов, а также уникального проекта плавучей атомной электростанции для удаленных районов Севера, которая будет значительно безопаснее существующих береговых электростанций, также принимает участие «Мюльхан Морфлот» (рис. 6).

Для того чтобы освоить шельфы Арктики и Антарктики, российское правительство приняло решение построить серию современных научно-исследовательских судов взамен устаревших. В настоящее время ведется строительство исследовательского судна «Академик Трешников» (рис. 7). Оно будет иметь высокую ледовую проходимость и, будучи защищенным современными антикоррозионными и ледостойкими покрытиями, сможет обслуживать исследовательские полярные станции, изучающие Мировой океан в этих районах. Судно спущено на воду в 2011 г., в данный момент ведутся достроечные работы.

Все эти программы направлены на развитие Северного морского пути и экономическое развитие заполярных территорий страны. Сложность решения инженерных задач становится понятной, если учесть, что металлоконструкции, из которых строится судно, должны работать при температурах до -60°C .



Рис. 5

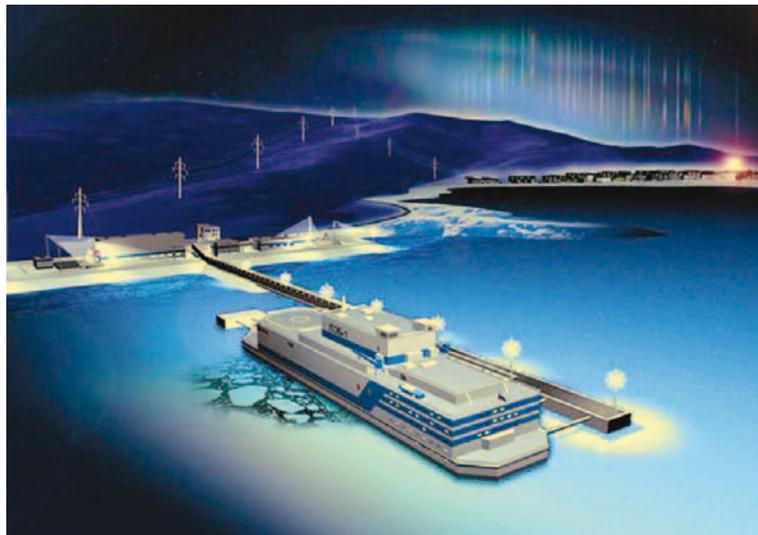


Рис. 6



Рис. 7

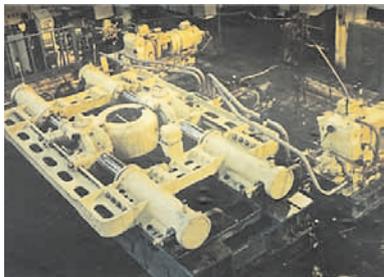
«Мюльхан Морфлот» планирует принять активное участие в так называемых северных проектах. В коммерческой, технической и финансовой части проектов принимают участие такие компании, как «Chevron», «Shell», «Сonoco-Philips» и «Total», в качестве полноправных партнеров «Роснефти» и «Газпрома».

В настоящее время на полуострове Ямал ведется строительство завода по

сжижению газа, аналогичное построенному на о. Сахалин. Мировое нефтегазовое сообщество возлагает большие надежды на этот проект, реализация которого позволит обеспечить поставки газа в Европу и Америку. На Дальнем Востоке российский газ уже поставляется судами-газовозами в Японию и будет поставляться в ближайшем будущем в Корею и Китай. ■

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.

Системой называется совокупность, образованная из конечного множества элементов. При этом между элементами системы существуют определенные отношения. Для выяснения связи между элементами крана рассмотрим его динамическую модель.

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

Такие подсистемы часто проектируют, исследуют и испытывают отдельно. Характеристики каждой из подсистем крана можно определять расчетным или экспериментальным путем. Получение таких характеристик значительно проще, чем целого крана.

Таким образом, краны и их механизмы можно рассматривать как составные динамические системы одно- или многосвязные, в зависимости от числа рассматриваемых подсистем, структуры и характеристик связей.

Идея составной динамической модели весьма общая и сводится в целом к поискам путей использования информации о характере подсистем для оценки динамических свойств исследуемой системы. Если имеется эффективный метод исследования системы в целом на основе характеристик подсистемы, то это обуславливает принципиальную возможность разработки методов обобщенного динамического синтеза систем, базирующегося на целенаправленном формировании характеристик типовых подсистем.

Судовой кран имеет три механизма – подъема, вращения крана и изменения вылета, поэтому кран будет иметь три степени подвижности.

Движение системы изменения вылета крана с грузом будем рассматривать в неподвижной системе координат $Y_K O_K Z_K$, ось $O_K Z_K$, которой направлена по оси вращения крана, ось $O_K Y_K$ проходит через шпору стрелы. В качестве независимых обобщенных координат примем угол φ_C наклона стрелы и отклонение y_r груза от положения равновесия. Положительные направления φ_C и y_r показаны на рис. 1.

Система изменения вылета стреловых кранов с грузом также может быть представлена в виде динамической модели. Металлические конструкции состоят из стреловой системы, уравнивающего устройства при наличии корпуса и опорно-поворотного устройства. Стреловая система выполняет также роль передаточного механизма с нелинейной функцией положения, т.е. в данном случае имеем три последовательно соединенных передаточных механизма с одной степенью подвижности, в результате которого образуется новый передаточный механизм от двигателя к грузу с одной степенью подвижности.

Динамические процессы, протекающие в корпусе, оказывают малое влия-

РАСЧЕТНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МЕХАНИЗМА ИЗМЕНЕНИЯ ВЫЛЕТА СТРЕЛОВЫХ КРАНОВ С АКТИВНЫМИ УРАВНОВЕШИВАЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ В ВИДЕ МЕХАНИЗМОВ С ЖЕСТКИМИ ЗВЕНЬЯМИ

*А.А. Арутюнян, канд. техн. наук, ген. директор ОАО «Пролетарский завод»,
Д.В. Суслов, канд. техн. наук, директор,
В.Д. Завирухо, советник ген. директора – ученый секретарь,
А.А. Георгиев, начальник сектора, ЗАО «ЦНИИ СМ»,
контакт. тел. (812) 640 1064*

ние на протекание общих процессов при работе механизмов крана. Тогда для исследования динамических процессов, протекающих в стреловой системе при работе механизма изменения вылета, можно оставить только стреловое и уравнивающее устройства.

Будем полагать, что элементы крана (рис. 1) недеформируемые и груз на канатах моделируется в виде математического маятника. Направляющий блок грузового каната на хоботе отнесен от шарнира стрела-хобот; направление грузового каната произвольно.

Углы, определяющие положение хобота α_x , оттяжки $\alpha_{от}$ каната α_k и противовеса $\alpha_{п}$ являются функциями от φ_C . Вылет стрелы ρ связан с φ_C соотношением

$$\rho = R_k + l_c \cos \varphi + l_{ix} \cos \alpha_x, \quad (1)$$

где l_c и l_{ix} – соответственно длины стрелы и переднего плеча хобота; R_k – расстояние от оси вращения крана до шпору стрелы.

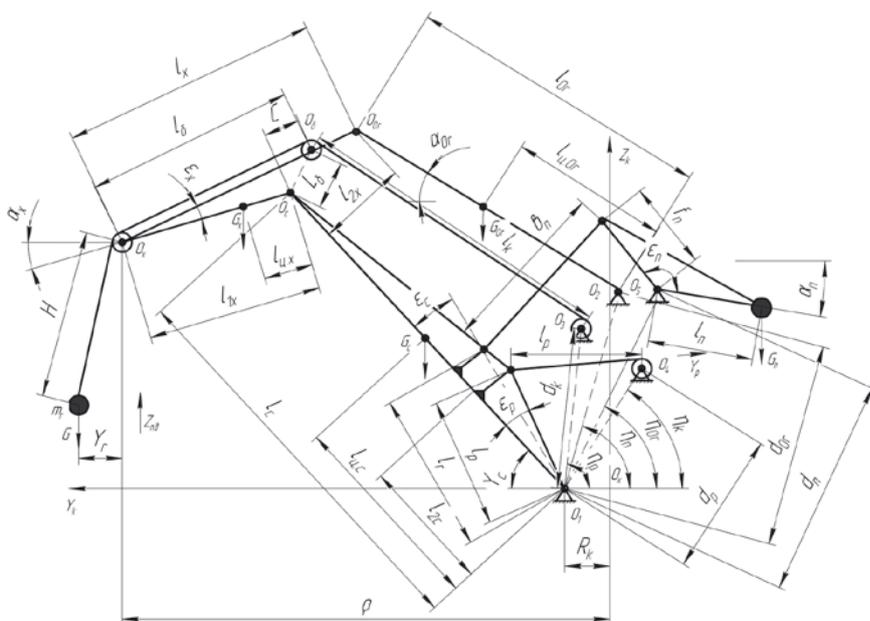


Рис.1. Динамическая модель механизма изменения вылета кранов с активным уравнивающим устройством и с грузом на канатах

Для вывода уравнений движения воспользуемся уравнением Лагранжа второго рода. Кинетическая энергия T системы складывается из кинетических энергий стрелы T_C , хобота T_X , оттяжки T_{OT} , противовеса $T_{П}$, груза $T_{Г}$ и механизма изменения вылета $T_{ИВ}$:

$$T = T_C + T_X + T_{OT} + T_{П} + T_{ИВ} + T_{Г}. \quad (2)$$

Входящие в (2) составляющие определяются по выражениям:

$$T_C = 0,5J_C\varphi_C^2,$$

$$T_X = 0,5\left[M_X l_C^2 \varphi_C^2 + J_X \alpha_X^2 - 2M_X l_C l_{U_X} \varphi_C \alpha_X \cos(\alpha_{XX} + \varphi_C)\right]; \quad (3)$$

$$T_{OT} = 0,5J_{OT} \alpha_{OT}^2, \quad T_{П} = 0,5J_{П} \alpha_{П}^2;$$

$$T_{Г} = 0,5m_{Г}(\dot{z}_{КГ} + \dot{y}_{КГ}^2), \quad T_{ИВ} = 0,5J_{ИВ} \varphi_{ИВ}^2,$$

где $J_C, J_X, J_{OT}, J_{П}$ – соответственно моменты инерции стрелы, хобота, оттяжки, противовеса относительно шарниров O_1, O_C, O_2, O_5 ; M_X и $m_{Г}$ – соответственно массы хобота и груза; $l_{ПХ}$ – расстояние от шарнира стрелы хобота до центра масс хобота; $J_{ИВ}$ и $\varphi_{ИВ}$ – соответственно моменты инерции механизма изменения вылета и частота вращения ротора его двигателя.

Введем в рассмотрение кинематические передаточные функции первого порядка, связывающие скорости (угловые и линейные) звеньев системы изменения вылета с угловой скоростью φ_C стрелы:

$$u_X = \alpha_X / \varphi_C; \quad u_{OT} = \alpha_{OT} / \varphi_C; \quad u_{П} = \alpha_{П} / \varphi_{П}; \quad u_{ИВ} = \alpha_{ИВ} / \varphi_C. \quad (4)$$

Передаточное отношение $u_{ИВ}$ разобьем на две составляющие:

$$u_{ИВ} = u_M u_P; \quad u_M = \varphi_{ИВ} / y_P; \quad u_P = y_P / \varphi_C, \quad (5)$$

где y_P – линейная скорость движения тягового элемента.

В обычно применяемых на кранах схемах передаточных механизмов

$$u_M = \text{const}, u_P \neq \text{const}.$$

Значение u_M определяется в зависимости от типа механизма изменения вылета. Так, например, для реечного механизма порталных кранов:

$$u_M = 2u_{PQ}^{ИВ} / D_{Ш},$$

где $u_{PQ}^{ИВ}$ – передаточное число редуктора механизма изменения вылета, $D_{Ш}$ – диаметр шестерни.

Для определения u_X и u_{OT} рассмотрим схему шарнирно-сочлененного стрелового устройства и найдем, используя теорему косинусов

$$\cos(\alpha_X + \varepsilon_2 + \gamma_{OT}) = \frac{L_{OT}^2 + l_{2X}^2 - l_{OT}^2}{2l_{2X}L_{OT}} \quad (6)$$

где

$$L_{OT}^2 = l_C^2 + d_{OT}^2 + 2l_C d_{OT} \cos(\varphi_C + \eta_{OT});$$

$$\sin \varepsilon_2 = \frac{l_X \sin \varepsilon_X}{l_{2X}}, \quad \cos \varepsilon_2 = \frac{l_X \cos \varepsilon_X - l_{1X}}{l_{2X}};$$

$$\sin \gamma_{OT} = \frac{l_C \sin \varphi_C - d_{OT} \sin \eta_{OT}}{L_{OT}}, \quad \cos \gamma_{OT} = \frac{l_C \cos \varphi_C + d_{OT} \cos \eta_{OT}}{L_{OT}}.$$

Используя полученные соотношения, получаем:

$$d_X = \arccos\left(\frac{L_{OT}^2 + l_{2X}^2 - l_{OT}^2}{2l_{2X}L_{OT}}\right) - \arcsin\left(\frac{l_C \sin \varphi_C - d_{OT} \sin \eta_{OT}}{L_{OT}}\right) - \arcsin\left(\frac{l_X \sin \varepsilon_X}{l_{2X}}\right). \quad (7)$$

Производная α_X по времени $\alpha_X = (\partial \alpha_X / \partial \varphi_C) \varphi_C$. Тогда, учитывая определение α_X по (4), $u_X = \partial \alpha_X / \partial \varphi_C$. Дифференцируя выражение (7) по φ_C , получаем после преобразований:

$$u_X = \frac{l_C}{L_{OT}^2} \left\{ -l_C + d_{OT} \left[\frac{(L_{OT}^2 - l_{2X}^2 + l_{OT}^2) \sin(\varphi_C + \eta_{OT})}{D_1} - \cos(\varphi_C + \eta_{OT}) \right] \right\},$$

$$\text{где } D_1 = \sqrt{4L_{OT}^2 l_{2X}^2 - D_2^2}, \quad D_2 = L_{OT}^2 + l_{2X}^2 - l_{OT}^2 \quad (8)$$

Для расчетов на ЭВМ при определении α_X удобнее использовать иную, чем (7), формулу.

Определив $\sin(\alpha_X + \varepsilon_2 + \gamma_{OT}) = D_1 / 2l_{2X}L_{OT}$ и используя выражение (6), получим после преобразований

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha_X = & \left\{ D_1 [l_C \cos(\varphi_C + \varepsilon_2) + d_{OT} \cos(\eta_{OT} - \varepsilon_2)] - \right. \\ & \left. - D_2 [l_C \cos(\varphi_C + \varepsilon_2) - d_{OT} \sin(\eta_{OT} - \varepsilon_2)] \right\} / \left\{ D_1 [l_C \sin(\varphi_C + \varepsilon_2) - d_{OT} \sin(\eta_{OT} - \varepsilon_2)] + \right. \\ & \left. + D_2 [l_C \cos(\varphi_C + \varepsilon_2) + d_{OT} \cos(\eta_{OT} - \varepsilon_2)] \right\}, \end{aligned}$$

где D_1 и D_2 определяются по выражениям (8).

Можно записать

$$l_{2X}^2 + l_C^2 - 2l_{2X}l_C \cos(\varphi_C + \alpha_X + \varepsilon_2) = l_{OT}^2 + d_{OT}^2 - 2l_{OT}d_{OT} \cos(\alpha_{OT} + \eta_{OT}).$$

Продифференцировав полученное равенство по времени, найдем:

$$\alpha_T = (\varphi_C + \alpha_X) \frac{l_{2X}l_C \sin(\varphi_C + \alpha_X + \varepsilon_2)}{l_{OT}d_{OT} \sin(\alpha_{OT} + \eta_{OT})}. \quad (9)$$

Тригонометрические функции угла α_{OT} определяются следующим образом:

$$\begin{cases} \sin \alpha_{OT} = [l_C \sin \varphi_C + l_{2X} \sin(\alpha_X + \varepsilon_2) - d_{OT} \sin \eta_{OT}] / l_{OT}; \\ \cos \alpha_{OT} = [l_C \cos \varphi_C - l_{2X} \cos(\alpha_X + \varepsilon_2) + d_{OT} \cos \eta_{OT}] / l_{OT}. \end{cases} \quad (10)$$

Подставив соотношения (10) в (9), получим

$$u_{OT} = \frac{(1 + u_X) l_{2X} l_C \sin(\varphi_C + \alpha_X + \varepsilon_2)}{d_{OT} [l_C \sin(\varphi_C + \eta_{OT}) + l_{2X} \sin(\alpha_X + \varepsilon_2 - \eta_{OT})]},$$

Определим $u_{П}$ для уравновешивающего устройства с верхним расположением противовеса

$$\alpha_{П} = -(180^\circ + \eta_{П} - \varepsilon_{П} - \gamma_1 - \gamma_2). \quad (11)$$

Тригонометрические функции вспомогательных углов γ_1 и γ_2 :

$$\sin \gamma_1 = D_3 / 2L_T f_{П}; \quad \cos \gamma_1 = D_4 / 2L_T f_{П}, \quad (12)$$

$$\text{где } \left. \begin{aligned} D_3 = \sqrt{4L_T^2 f_{П}^2 - D_4^2}, \quad D_4 = L_T^2 + f_{П}^2 - b_{П}^2 \\ L_T = \sqrt{l_T^2 + d_{П}^2 + 2L_T d_{П} \cos(\varphi_C + \varepsilon_C + \eta_{П})} \end{aligned} \right\}; \quad (13)$$

$$\sin \gamma_2 = \frac{l_T \sin(\varphi_C + \varepsilon_C + \eta_{П})}{L_T};$$

$$\cos \gamma_2 = \frac{d_{П} + l_T \cos(\varphi_C + \varepsilon_C + \eta_{П})}{L_T}. \quad (14)$$

Продифференцировав по времени зависимость (11), получим

$$\alpha_{П} = \gamma_1 + \gamma_2. \quad (15)$$

Продифференцировав по времени зависимости (12) и (14) и подставив полученные выражения в (15), определим

$$u_{П} = \frac{l_T}{L_T^2} \left\{ L_T + d_{П} \left[\cos(\varphi_C + \varepsilon_C + \eta_{П}) + \frac{\sin(\varphi_C + \varepsilon_C + \eta_{П})(L_T^2 - f_{П}^2 + b_{П}^2)}{D_3} \right] \right\},$$

где D_3 и L_T определяются по формулам (13).

Найдем $u_{П}$ для уравновешивающего устройства, расположенного под поворотной платформой. В соответствии с принятыми направлениями углов

$$\alpha_{П} = 180^\circ + \eta_{П} - \varepsilon_{П} - \gamma_1 - \gamma_2. \quad (16)$$

Тригонометрические функции вспомогательных углов γ_1 и γ_2 определяются с использованием формул (12) и (14) подстановкой величин l_T и $\eta_{П}$ со знаком минус.

Продифференцировав по времени зависимость (16), получим

$$\alpha_{П} = -\gamma_1 - \gamma_2, \quad (17)$$

$$\text{где } \gamma_1 = \frac{-\varphi_C d_{П} \sin \gamma_2 (L_T - f_{П} \cos \gamma_1)}{L_T f_{П} \sin \gamma_1};$$

$$\gamma_2 = \frac{-\varphi_C (L_T - d_{П} \cos \gamma_2)}{L_T}.$$

Подставляя полученные сочленения в формулу (17), находим

$$u_{\Pi} = \frac{l_T}{L_T^2} \left\{ l_T - d_{\Pi} \left[\cos(\varphi_C + \varepsilon_C - \eta_{\Pi}) - \frac{\sin(\varphi_C + \varepsilon_C - \eta_{\Pi})(L_T^2 - f_{\Pi}^2 + b_{\Pi}^2)}{D_3} \right] \right\},$$

где D_3 определяется по формуле (13), а

$$L_T = \sqrt{l_T^2 + d_{\Pi}^2 - 2L_T d_{\Pi} \cos(\varphi_C + \varepsilon_C - \eta_{\Pi})}. \quad (18)$$

Для определения кинематической передаточной функции первого порядка u_p рассмотрим схему на рис. 1. В соответствии с ней длины тягового органа l_p :

$$l_p = \sqrt{l_p^2 + d_p^2 + 2L_p d_p \cos(\varphi_C + \varepsilon_p + \eta_p)}. \quad (19)$$

Изменение длин l_p тягового элемента

$$l_p = l_{p0} - Y_p, \quad (20)$$

где l_{p0} – начальная длина; Y_p – линейное перемещение.

Подставив соотношение (20) в (19) и продифференцировав по времени, получим выражение для u_p и найдем

$$u_p = \frac{L_p d_p \sin(\varphi_C + \varepsilon_p + \eta_p)}{\sqrt{l_p^2 + d_p^2 + 2L_p d_p \cos(\varphi_C + \varepsilon_p + \eta_p)}}.$$

В случае нижнего расположения механизма изменения вылета

$$l_p = \sqrt{l_p^2 + d_p^2 - 2L_p d_p \cos(\varphi_C - \varepsilon_p + \eta_p)}.$$

Изменение длины l_p определяется по формуле (20). Повторяя указанную выше процедуру для механизма изменения вылета с верхним расположением, получаем

$$u_p = \frac{-L_p d_p \sin(\varphi_C - \varepsilon_p + \eta_p)}{\sqrt{l_p^2 + d_p^2 - 2L_p d_p \cos(\varphi_C - \varepsilon_p + \eta_p)}}.$$

Координаты центра масс груза $Y_{кг}$ и $Z_{кг}$ в системе $Y_k O_k Z_k$ находим в соответствии со схемой на рис. 1:

$$Y_{кг} = \rho + y_{г}; \quad z_{кг} = l_C \sin \varphi_C - l_{IX} \sin \alpha_X - \sqrt{H^2 - y_{г}^2}, \quad (21)$$

где ρ определяется по (1).

Длина подвеса груза

$$H = H_0 + H_{\text{ПЕР}}, \quad (22)$$

где H – начальная длина подвеса груза; $H_{\text{ПЕР}}$ – изменение длины подвеса груза за счет перекатывания грузовых канатов по блокам при работе механизма.

Значение величины $H_{\text{ПЕР}}$ для шарнирно-сочлененного стрелового устройства (см. рис. 1) найдем, исходя из следующих соображений: при неработающем механизме подъема общая длина L_k грузового каната остается постоянной и может быть найдена как

$$L_k = (H_0 + H_{\text{ПЕР}})u_{тp} + (l_k + l_6)u_{yp}, \quad (23)$$

где l_k и l_6 – длины участков каната на рис. 1; $u_{тp}$ и u_{yp} – соответственно кратности грузового и уравнительного полиспастов.

Из равенства (23)

$$H_{\text{ПЕР}} = -\frac{(l_k + l_6)u_{yp}}{u_{тp}} + \frac{L_k}{u_{тp}} - H_0. \quad (24)$$

Продифференцировав по времени равенство (24), получим:

$$H_{\text{ПЕР}} = -\dot{l}_k u_{yp} / u_{тp}. \quad (25)$$

Введем к рассмотрению кинематическую передаточную функцию

$$u_k = -H_{\text{ПЕР}} / \varphi_C = \dot{l}_k u_{yp} / (u_{тp} \varphi_C). \quad (26)$$

Найдем выражение для длины каната L_k . В соответствии со схемой на рис. 1

$$l_k = \sqrt{(y_{k_{06}} - y_{k_{03}})^2 + (z_{k_{06}} - z_{k_{03}})^2}, \quad (27)$$

где $y_{k_{06}}, z_{k_{06}}, y_{k_{03}}, z_{k_{03}}$ – соответственно координаты точек O_6 и O_3 в системе $Y_k O_k Z_k$, равные

$$y_{k_{03}} = R_k - d_k \cos \eta_k, \quad z_{k_{03}} = d_k \sin \eta_k;$$

$$y_{k_{06}} = l_{\text{н}} \cos \varphi_{\text{н}} + l_{IX} \cos \alpha_X + R_k - l_{\text{з}} \cos(\alpha_X + \varepsilon_X); \quad (28)$$

$$z_{k_{06}} = l_{\text{н}} \sin \varphi_{\text{н}} - l_{IX} \sin \alpha_X + l_{\text{з}} \sin(\alpha_X + \varepsilon_X),$$

где $l_6 = l_{IX} \cos \varepsilon_X + c$.

Используя выражения (27) и (28), находим после преобразований

$$l_k = \sqrt{l_C^2 + L_6^2 + d_k^2 + 2d_k l_C \cos(\varphi_C + \eta_k)} \rightarrow \quad (29)$$

$$\leftarrow -2L_6 [l_C \cos(\varphi_C + \alpha_X + \varepsilon_1) + d_k \cos(\alpha_X + \varepsilon_1 - \eta_k)],$$

где введены обозначения:

$$L_6 = \sqrt{l_{IX}^2 \sin^2 \varepsilon_X + c^2}; \quad \text{tg} \varepsilon_1 = \frac{\sin \varepsilon_X (l_{IX} \cos \varepsilon_X + c)}{c \cdot \cos \varepsilon_X - l_{IX} \sin^2 \varepsilon_X}. \quad (30)$$

Продифференцировав зависимость по времени, имеем

$$u_k = \frac{u_{y_{т}}}{u_{тp} l_k} \{ L_3 l_C \sin(\varphi_C + \alpha_X + \varepsilon_1) (1 + u_X) + \quad (31)$$

$$+ d_k u_X \sin(\alpha_X + \varepsilon_1 - \eta_k) \} - l_C d_k \sin(\varphi_C + \eta_k),$$

где L_6 и ε_1 определяются по (30).

Введем в рассмотрение еще две кинематические передаточные функции первого порядка – u_p и u_z :

$$u_p = \rho / \varphi = -l_C \sin \varphi_C - u_X l_{IX} \cos \alpha_X; \quad (32)$$

$$u_z = z_{O_X} / \varphi = l_C \cos \varphi_C - u_X l_{IX} \cos \alpha_X, \quad (33)$$

где ρ и z_{O_X} – соответственно горизонтальная и вертикальная составляющие абсолютной скорости концевых балок хобота (точки O_X на рис.1).

Горизонтальная составляющая абсолютной скорости груза без учета его раскачиваний на канатах – $u_p \varphi_C$. Вертикальная составляющая складывается из вертикальной составляющей концевых балок хобота $u_z \varphi_C$ и скорости перекатывания грузовых канатов по блокам

$$u_k \varphi_C; \quad z_{кг} = (u_z + u_k) \varphi_C = u_G \varphi_C,$$

где

$$u_G = u_z + u_k. \quad (34)$$

Введение передаточных функций позволяет достаточно просто пересчитывать внешние нагрузки на усилия в элементах механизма изменения вылета. При этом следует обращать внимание на знаки усилий и моментов, положительные направления которых соответствуют положительным направлениям осей $Y_k O_k Z_k$ и приведенных на рис.1 координат. Так момент M_G относительно корня стрелы от веса груза G , называемый грузовым неуравновешенным моментом (проекция веса груза на ось $O_k Z_k$ отрицательна):

$$M_G = -G u_G. \quad (35)$$

Усилие в тяговом элементе от веса груза G : $F_p \partial y_p = -\partial z_{кг}$, откуда:

$$F_p = -G \frac{\partial z_{кг}}{\partial \varphi_C} \cdot \frac{\partial \varphi_C}{\partial y_p} = -G \frac{u_G}{u_p} = \frac{M_G}{u_p}.$$

Если к концу хобота приложена горизонтальная составляющая $F_{\text{ГОР}} \partial p = F_p \partial y_p$ от отклоненного в сторону увеличения груза, то усилие в тяговом элементе

$$F_p = F_{\text{ГОР}} \frac{\partial p}{\partial y} \cdot \frac{\partial \varphi_C}{\partial y_p} = F_{\text{ГОР}} \frac{u_p}{u_p}.$$

Дифференцируя по времени соотношения (21), получаем

$$y_{кг} = u_p \varphi_C + y_{г};$$

$$z_{кг} = u_G \varphi_C + \frac{y_{г} y_{г}}{H} + \frac{y_{г}^2 u_k \varphi_C}{2H^2},$$

где кинематические передаточные функции u_p, u_G, u_k определяются в зависимости от схемы; длина подвеса груза H по 22

$$H = H_0 - \int_{\varphi_C} u_k d\varphi_C, \quad (36)$$

где φ_{C0} и φ_C – начальный и текущий углы наклона стрелы.

Теперь выражение (2) для кинематической энергии можно записать в виде

$$T = 0,5 \left[J_{\text{МИВ}} + m_{т} (u_p^2 + u_G^2) \right] \varphi_C^2 + 0,5 m_{г} y_{г}^2 + \quad (37)$$

$$+ m_{т} \varphi_C \left[y_{г} u_p + \frac{y_{г}}{H} u_G \left(y_{г} + \frac{y_{г}}{2H} u_k \varphi_C \right) \right],$$

где приведенный к координате момент инерции элементов

механизма изменения вылета:

$$J_{\text{МИВ}} = J_C + J_X u_X^2 + M_X l_C^2 - 2M_X l_C l_{\text{ЦХ}} u_X \cos(\alpha_X + \varphi_C) + J_{\text{ОТ}} u_{\text{ОТ}}^2 + J_{\text{П}} u_{\text{П}}^2 + J_{\text{СЦ}} u_{\text{СЦ}}^2. \quad (38)$$

Потенциальная энергия Π – энергия сил тяжести элементов механизма с грузом складывается из потенциальных энергий сил тяжести стрелы Π_C , хобота Π_X , оттяжки $\Pi_{\text{ОТ}}$, противовеса $\Pi_{\text{П}}$ и груза $\Pi_{\text{Г}}$:

$$\Pi = \Pi_C + \Pi_X + \Pi_{\text{ОТ}} + \Pi_{\text{П}} + \Pi_{\text{Г}}. \quad (39)$$

Для уравновешивающего устройства, расположенного над поворотной платформой, можно записать

$$\Pi = G_C l_{\text{ЦС}} \sin \varphi_C + G_X (l_C \sin \varphi_C - l_{\text{ЦС}} \sin \alpha_X) + G_{\text{ОТ}} (d_{\text{ОТ}} \sin \eta_{\text{ОТ}} + l_{\text{ЦОТ}} \sin \alpha_{\text{ОТ}}) + G_{\text{П}} (d_{\text{П}} \sin \eta_{\text{П}} - l_{\text{П}} \sin \alpha_{\text{П}}) + G z_{\text{КГ}}, \quad (40)$$

где G_C , G_X , $G_{\text{ОТ}}$, $G_{\text{П}}$ – соответственно веса стрелы, хобота, оттяжки и противовеса; $l_{\text{ЦС}}$, $l_{\text{ЦХ}}$, $l_{\text{ЦОТ}} = 0,5 l_{\text{ОТ}}$ – длины, определяющие положения центров масс стрелы, хобота и оттяжки.

Непотенциальные обобщенные силы, действующие на механизм изменения вылета с грузом $M_{\text{СТ}}$, $M_{\text{БК}}$, $P_{\text{ВГ}}$, $M_{\text{ИВ}}$, $M_{\text{СТ}}$ – статический момент сопротивления движению стрелы, связанный с наличием сил трения в шарнирах соединений элементов системы и трения в цапфах блоков при перекачивании грузовых канатов. $M_{\text{БК}}$ и $P_{\text{ВГ}}$ – соответственно момент сил сопротивления движению стрелы, определяемый ветровой нагрузкой на конструкцию в плоскости СС и сила ветра на груз в плоскости стреловой системы. $M_{\text{ИВ}}$ – момент двигателя (тормоза) механизма изменения вылета, приведенный к координате φ_C . Для двигательного режима

$$M_{\text{ИВ}} = M_{\text{Д}} - u_{\text{ИВ}} / \eta_{\text{ИВ}}, \quad (41)$$

при торможении механическим тормозом

$$M_{\text{ИВ}} = -M_{\text{Т}} - u_{\text{ИВ}} / \eta_{\text{ИВ}}. \quad (42)$$

В формулах (41) и (42) $M_{\text{Д}}$ и $M_{\text{Т}}$ – моменты двигателя и тормоза на валу двигателя; $u_{\text{ИВ}}$ – коэффициент полезного действия.

Используя уравнения Лагранжа второго рода, получим систему дифференциальных уравнений, описывающую дви-

жение механизма изменения вылета крана с грузом, в виде:

$$\left. \begin{aligned} (J_{\text{МИВ}} + m_{\text{Г}} u_{\text{Г}}^2 - m_{\text{Г}} u_{\text{Г}} u_{\text{р}} y_{\text{Г}} / H) \varphi_C = M_{\text{МИВ}} + M_{\text{Г}} + M_{\text{Н}} + M_{\text{СТ}} + \\ + M_{\text{БК}} + \frac{G u_{\text{р}} y_{\text{Г}}}{H} \left(1 + \frac{\varphi_C^2}{q} \cdot \frac{\partial u_{\text{Г}}}{\partial y_{\text{Г}}} \right) - 0,5 \varphi_C^2 \frac{\partial}{\partial \varphi_C} (J_{\text{МИВ}} + m_{\text{Г}} u_{\text{Г}}^2); \\ (J_{\text{СЦ}} + m_{\text{Г}} u_{\text{Г}}^2) y_{\text{Г}} = -u_{\text{р}} [M_{\text{СЦ}} + M_{\text{Г}} + M_{\text{Н}} + M_{\text{СТ}} + M_{\text{БК}} - \\ - 0,5 \varphi_C^2 \frac{\partial}{\partial \varphi_C} (J_{\text{МИВ}} + m_{\text{Г}} u_{\text{Г}}^2)] + \left(\frac{P_{\text{ВГ}}}{m_{\text{Г}}} - \varphi_C^2 \frac{\partial u_{\text{р}}}{\partial \varphi_{\text{р}}} \right) (J_{\text{МИВ}} + m_{\text{Г}} u_{\text{Г}}^2) - \\ - \frac{y_{\text{Г}}}{H} [J_{\text{МИВ}} + m_{\text{Г}} (u_{\text{Г}}^2 + u_{\text{р}}^2)] q \left(1 + \frac{\varphi_C^2}{q} \cdot \frac{\partial u_{\text{Г}}}{\partial \varphi_C} \right). \end{aligned} \right\} \quad (43)$$

В полученной нелинейной системе дифференциальных уравнений потенциальные обобщенные моменты разбиты в соответствии с этапами проектирования на две составляющие: неуравновешенные грузовой $M_{\text{Г}}$ (характеристика стреловой системы) и стреловой $M_{\text{Н}}$ (характеристика уравновешивающего устройства) моменты.

Полученная система уравнений не изменяется при различных конструктивных исполнениях стрелового устройства, устройства уравновешивания и механизма изменения вылета. Это обстоятельство позволяет использовать одну систему уравнений при анализе различных конструктивно-компоновочных исполнений системы изменения вылета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дукельский А.И. Портовые грузоподъемные машины. – М.: Транспорт, 1970.
2. Гохберг М.М. Справочник по кранам. – Т. 1, 2. – Л.: Машиностроение, 1988.
3. Брауде В.И., Тер-Мхитаров М.С. Системные методы расче-

Под *технической готовностью* энергетической установки (ЭУ) подразумевается такое ее состояние, которое обеспечивает заданную степень готовности корабля к выполнению возложенных на него задач. Учитывая, что техническая готовность определяется множеством факторов, таких как, например, наличие всех видов запасов, необходимых для функционирования ЭУ, соответствие нормативным значениям уровней физических полей, подготовленность личного состава к обслуживанию ЭУ, исправность основного оборудования ЭУ и др., количественно оценить ее уровень с использованием некоторого обобщенного (интегрального) показателя, охватывающего все факторы, сложно.

Для оценки технической готовности ЭУ в данном случае в наибольшей степени подходят комплексные показатели надежности, согласно ГОСТ 27.002.89:

$$K_{\text{Г}}^{\text{ЭУ}} = \frac{T_{\text{р}}}{T_{\text{р}} + T_{\text{Б}}}$$

– коэффициент готовности;

$$K_{\text{ОГ}}^{\text{ЭУ}} = K_{\text{Г}}^{\text{ЭУ}} \cdot P_{\text{ЭУ}}(t) = K_{\text{Г}}^{\text{ЭУ}} \frac{\int_0^t P_{\text{ЭУ}}(t) dt}{t}$$

– коэффициент оперативной готовности;

$$K_{\text{ТН}}^{\text{ЭУ}} = \frac{T_{\text{р}}}{T_{\text{р}} + T_{\text{Б}} + T_{\text{ТОИР}} + T_{\text{ОЖ}}}$$

– коэффициент технического использования, где $T_{\text{р}}$ – среднее время нахождения

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК КОРАБЛЕЙ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЙ БАЗИРОВАНИЯ

В.В. Барановский, д-р техн. наук, проф.,

В.А. Шутько, адъюнкт, ВУИЦ ВМФ «ВМА»,

контакт. тел. (812) 431-94-35, 8-911-818-25-50

ЭУ в работоспособном состоянии, $T_{\text{Б}}$ – среднее время восстановления ЭУ после отказов, $P_{\text{ЭУ}}(t)$ – вероятность безотказной работы ЭУ на временном промежутке t , $T_{\text{ТОИР}}$ – среднее время технического обслуживания (проведения регламентных работ) и ремонтов ЭУ, $T_{\text{ОЖ}}$ – среднее время ожидания проведения регламентных работ или ремонтов.

Физический смысл коэффициента готовности $K_{\text{Г}}^{\text{ЭУ}}$ состоит в вероятности заставить установку в работоспособном состоянии в любой, произвольно взятый промежуток времени. Значения $T_{\text{р}}$ и $T_{\text{Б}}$ определяются как интегральные функции, соответственно, вероятности безотказной работы ЭУ $T_{\text{р}} = \int_0^{\infty} P^{\text{ЭУ}}(t) dt$ и вероятности ее восста-

новления $T_{\text{Б}} = \int_0^{\infty} P_{\text{Б}}^{\text{ЭУ}}(t) dt$, где $P^{\text{ЭУ}}(t) dt$ и $P_{\text{Б}}^{\text{ЭУ}}(t) dt$ – вероятность безотказной работы ЭУ и вероятность ее восстановления после отказов.

Понятно, что ЭУ – сложная техническая система, состоящая из множества элементов с различного рода связями между ними (механическими, электрическими, функциональными и др.). Это означает, что для оценки вероятности безотказной работы ЭУ или ее восстановления после отказов необходимо учитывать безотказность всех ее элементов, вероятность их восстановления, а также существующие взаимосвязи между элементами. Указанная особенность построения ЭУ существенно усложняет оценку ее технической готовности, хотя

и не исключает вовсе, но требует применения специальных методов, например, логико-вероятностных.

Физический смысл коэффициента оперативной готовности $K_{ог}^{эу}$ состоит в вероятности заставить установку в работоспособном состоянии в любой, произвольно взятый, промежуток времени, а также в том, что после этого ЭУ безотказно (не имея ни одного отказа) проработает в течение определенного промежутка времени t_1 .

Понятно, что вероятность безотказной работы в указанном временном промежутке t_1 , входящая в выражение для определения коэффициента оперативной готовности, является убывающей функцией времени $P_{эу}(t_1) = f(t)$.

Физический смысл коэффициента технического использования $K_{ти}^{эу}$ состоит в соотношении времени пребывания ЭУ в работоспособном T_p и неработоспособном состоянии, т.е. к временным промежуткам, когда установка, либо восстанавливается после отказов $T_{в}$, либо находится в состоянии проведения плановых регламентных работ $T_{тоур}$, либо находится в состоянии ожидания ремонта или проведения регламентных работ $T_{ож}$.

Можно предположить, что значения перечисленных показателей, количественно определяющих уровень технической готовности ЭУ, будут неодинаковыми для различных условий базирования кораблей. Механизм, или суть проявления указанного влияния условий базирования требует отдельного разъяснения, представленного ниже.

Известно, что функция надежности или вероятности безотказной работы любого i -го механизма или элемента, входящего в состав ЭУ, как указывалось выше, является непрерывной убывающей функцией времени его (механизма) непрерывной работы или наработки (рис. 1). Площадь под убывающей кривой представляет собой среднее время безотказной работы механизма $T_p^{ср} = \int P(t) dt$.

Совершенно очевидно, что для промежутка времени $t_1 > t$ вероятность того, что механизм не будет иметь ни единого отказа, будет меньше $P(t_1) < P(t)$.

Если по оси абсцисс t отложить не абсолютное время в часах, выражающее наработку механизма, а астрономическое время, выражающее, например, срок службы элемента ЭУ в годах T , то можно утверждать, что для различных условий базирования кораблей наработка i -го механизма, например турбогенератора, в течение астрономического года будет различной. Это означает, что для одинакового промежутка астрономического времени T , наработка, например, турбогенераторов корабля, где обеспечена питание электроэнергией с берега t , будет меньше наработки турбогенераторов, где нет указанного обеспечения t_1 .

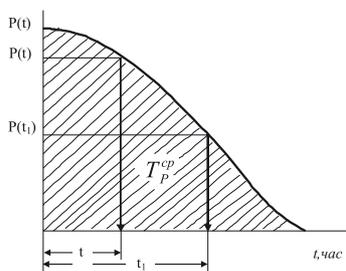


Рис. 1. График изменения вероятности безотказной работы элементов ЭУ $P(t) = f(t)$ от времени их непрерывной работы или наработки t

Поэтому для кораблей, где условия базирования не позволяют обеспечить всеми необходимыми энергосредствами с берега, вероятность безотказной работы отдельных элементов ЭУ в течение года будет ниже, чем для кораблей с условиями базирования, удовлетворяющими всем нормативным требованиям. Из всего сказанного следует, что вероятность заставить ЭУ в работоспособном состоянии (коэффициент готовности ЭУ) $K_r^{эу}$ в течение астрономического времени T для различных условий базирования различных кораблей будет существенно отличаться (рис. 2).

Аналогичное утверждение справедливо и для значений коэффициента оперативной готовности $K_{ог}^{эу}$, так как вероятности безотказной работы $P_{эу}(t)$ и коэффициент готовности $K_r^{эу}$ входят в выражение для определения $K_{ог}^{эу}$.

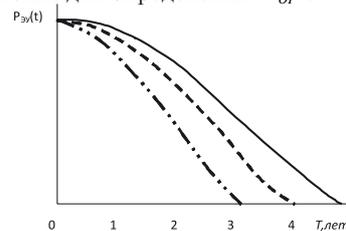


Рис. 2. График изменения функции надежности ЭУ $P_{эу}(t) = f(t)$ в зависимости от срока службы корабля

— хорошие условия базирования;
 --- удовлетворительные условия базирования;
 -·-·- неудовлетворительные условия базирования

Коэффициент технического использования $K_{ти}^{эу}$, пожалуй, в самой наибольшей степени отражает зависимость технической готовности ЭУ от условий базирования корабля. Это связано с тем, что в выражение для количественной оценки коэффициента технического использования входят те же показатели, которые входят в выражения для оценки коэффициентов готовности $K_r^{эу}$ и оперативной готовности $K_{ог}^{эу}$.

Кроме того, значения времени технического обслуживания и ремонтов ЭУ $T_{тоур}$ и времени ожидания ремонтов $T_{ож}$ также входящие в состав выражения для оценки коэффициента технического использования, существенно зависят от условий ба-

зирования. Указанная зависимость проявляется в том, что проведение регламентных работ (ППО и ППР) ЭУ сопряжено с наличием технического и шкиперского имущества определенной номенклатуры, а также необходимым обеспечением в проведении этих работ за счет береговых или плавучих мастерских с привлечением специально обученного квалифицированного персонала. Эти факторы определяют длительность $T_{тоур}$ и качество проведения регламентных работ. Отсутствие надлежащего обеспечения проведения регламентных и восстановительных работ, кроме того, приводит к увеличению времени ожидания $T_{ож}$ что также приводит к снижению значения коэффициента технического использования $K_{ти}^{эу}$.

Таким образом, на основании вышеизложенного, можно утверждать:

1. Наиболее информативными показателями по физическому смыслу для количественной оценки технической готовности корабельных ЭУ являются комплексные показатели надежности, такие как коэффициент готовности $K_r^{эу}$, коэффициент оперативной готовности $K_{ог}^{эу}$ и коэффициент технического использования $K_{ти}^{эу}$.

2. Указанные показатели для различных условий базирования будут отличаться, и это отличие будет более существенным для ЭУ тех кораблей, у которых условия базирования сильно отличаются от нормативных.

3. Для количественной оценки технической готовности всей ЭУ в целом как сложной технической системы с применением указанных показателей требуется использовать специальные методы, например логико-вероятностные, которые учитывали бы все функциональные взаимосвязи между элементами энергетической установки.

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ В.24.228–80 Установки корабля энергетические. Термины и определения.
- Надежность технических систем: Справ./ Ю.К.Беляев, В.А. Богатырев, В.В.Еолотин и др. Под ред. И.А.Ушакова. – М: Радио и связь. 1985. – 608 с.
- ГОСТ 27.002–89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.
- Надежность и эффективность в технике: Справ. – Т. 1–3. – М.: Машиностроение, 1988.
- Болотин В.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. – М.: Наука, 1965. – 524 с.
- Архангельский Е.А. Методы оценки эффективности корабельных систем управления: Учеб. пособие. – Л.: Изд. ВМА, 1985. ■

Поставляемое сегодня для комплектации строящихся и ремонтируемых кораблей отечественное оборудование, к сожалению, в большинстве своем не удовлетворяет современным требованиям по долговечности и безотказности. Такое оборудование ограничивает, лимитирует готовность корабля к выполнению своих задач по назначению. Вместе с тем ВМФ все более настойчиво выдвигает требования к увеличению межремонтных сроков и длительности полного срока службы кораблей. В таких условиях, на этапе проектирования и строительства корабля желательно хотя бы для такого, лимитирующего, оборудования, прорабатывать вопросы удобства обслуживания, ремонта и замены. За приспособленность оборудования к этому отвечают свойства ремонтпригодности.

Настоящая статья, продолжающая публикации авторов о результатах инициативных исследований в области ремонтпригодности, ставит своей целью вовлечь читателей в критическое обсуждение существующих в отечественном кораблестроении подходов к обеспечению свойств ремонтпригодности, а также целесообразности эволюционного развития имеющихся в составе программы обеспечения надежности (ПОН) методик и выделения при строительстве кораблей отдельной задачи – аудита ремонтпригодности.

Текущая ситуация с обеспечением надежности. Сегодня при строительстве кораблей типичной является ситуация, когда только около 10% поставляемого оборудования имеют показатели долговечности, соответствующие полному сроку службы корабля. При этом более чем у 25% корабельного оборудования свойства долговечности могут быть в разы меньшими, чем срок службы корабля до первого заводского ремонта.

Такая ситуация усугубляется еще и тем, что обеспеченность свойств безотказности существующего корабельного оборудования также не на должном уровне. Косвенным показателем существующего состояния дел в этой области могут стать следующие данные: с момента поставки ВМС Индии трех фрегатов Балтийским заводом было получено более 850 рекламаций*, а в целом в 2006 г. зарубежные заказчики предъявили 353 рекламации на изделия морской техники, из них было отклонено менее 3%**.

Таким образом, в эти годы каждый рабо-

* Н.Бабаскина. Фрегатам продлили срок // «Балтиец». – 2007. – №4 (7294).

** Из доклада руководителя группы советников гендиректора ФГУП «Рособоронэкспорт» Александра Бриндикова на всероссийской конференции «Развитие оборонно-промышленного комплекса как фактор национальной безопасности Российской Федерации», 2007 г., 15 марта (<http://www.vpk-news.ru/>)

ПОДХОД К РАСЧЕТУ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ КОРАБЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Г.Н. Муру, канд. техн. наук, ген. директор ОАО «51 ЦКТИС»,
А.А. Соболевский, начальник отдела департамента Минобороны России,
В.А. Стародубов, канд. техн. наук,
ген. директор ОАО «ФОРСС-Технолоджи»,
контакт. тел. (812) 315 4915*

чий день поступало более чем по одной рекламации, и, как известно из статистики, большинство рекламаций связано с отказами и неисправностями техники. В такой ситуации отечественные судостроительные предприятия вынуждены значительные усилия тратить на «латание дыр», а не разрабатывать инновационные технологии и новейшие образцы корабельного оборудования.

Как факт можно отметить, что такие составляющие надежности оборудования, как долговечность и безотказность, сегодня нельзя считать в достаточной степени удовлетворительными. К сожалению, улучшить ситуацию в ближайшей перспективе крайне затруднительно, так как это требует предварительного изменения производственной и технологической базы, культуры проектирования и еще много другого, а самое главное – такие изменения очень ресурсоемки и длительны. Альтернативным вариантом является комплектация отечественных кораблей импортным оборудованием, но принципиальная возможность и целесообразность такого подхода – тема отдельного обсуждения.

Как видим, складывается ситуация, когда при строительстве корабля повлиять на надежность корабельного оборудования можно практически только через свойства ремонтпригодности и сохраняемости. Однако, если предполагается, что корабль будет активно использоваться по своему прямому назначению, а не находится в консервации, то такое свойство как сохраняемость, также утрачивает свою значимость, и область воздействия сужается только до свойств ремонтпригодности. При проектировании и строительстве кораблей свойства ремонтпригодности рассматриваются в составе ПОН.

Ремонтпригодность в составе ПОН. В аббревиатуре ПОН ключевым является слово программа, которое подчеркивает, что предполагается не однократное действие, а некая последовательность мероприятий, желательно, с

обратным откликом. Но по факту ПОН – это единожды разрабатываемый отчетный документ. Хотя задумывалась ПОН именно как программа [3]. Предполагалось, что в начале технического проектирования должны обосновываться планируемые проектные решения, обеспечивающие заданный уровень надежности корабля. В ходе технического проекта должен осуществляться контроль и по завершении этапа составляться отчет; в ходе рабочего проектирования – выполняться мероприятия, намеченные ПОН. На основании отчета о реализации ПОН при необходимости в виде отдельного документа разрабатываются изменения (дополнения) к ПОН. Такая схема организации работ и на сегодняшний день работоспособна и может давать положительный результат, но если нейтрализовать так называемый фактор «заинтересованности».

В существующей схеме организации работ за разработку ПОН отвечает подразделение надежности конструкторского бюро, проектирующего корабль, а ответственность за разработку и реализацию ПОН несет главный конструктор проекта [4]. Предусматривается разработка и реализация ПОН на стадии постройки и испытаний, ответственность за разработку несет главный инженер предприятия-строителя. При этом стоит признать, что конструкторское бюро, проектирующее корабль, разрабатывает ПОН, в том числе и в части ремонтпригодности, в большей степени для обоснования своих проектных решений, а не в целях анализа обеспечения максимальной боеготовности корабля при минимальной стоимости владения. Представители ВМФ согласовывают ПОН, но, к сожалению, повлиять на проектные решения в такой схеме организации работ, как правило, уже не могут, так как к моменту согласования этап проектирования уже завершен и финансовые ресурсы уже потрачены.

Возникает вопрос: позволяет ли существующая схема организации работ

критической оценивать проектные решения обеспечения надежности? Скорее всего, нет.

Для изменения сложившейся ситуации необходимо видоизменять как схему, так и инфраструктуру организации работ при разработке ПОН. Предлагается поручить на первых порах разработку не всей ПОН, а отдельных ее разделов, например, в части, касающейся ремонтпригодности, внешним аккредитованным специализированным компаниям, выполняющим работу напрямую по заказу Министерства обороны РФ. В целях изменения инфраструктуры организации работ необходимо переходить к практическому применению современных информационных технологий, реализующих идеи CALS и позволяющих реализовать итерационный процесс анализа свойств ремонтпригодности и оперативно влиять на проектные решения непосредственно в ходе проведения проектных работ [2].

Второй момент, на котором хотелось бы акцентировать внимание, касается содержания самой ПОН. В части ремонтпригодности программа позволяет определить показатели ремонтпригодности – значения средней продолжительности и трудоемкости межходового, докового и заводского ремонта – на самом верхнем уровне [5]. В качестве исходных данных для расчета показателей ремонтпригодности используются обобщенные параметры конструктивного исполнения корабля, такие как: число палуб, количество валов, тип расположения движительного устройства и т.д. На основе этих данных определяются различные коэффициенты: учитывающий степень насыщения судна; учитывающий количество валопроводов; учитывающий количество палуб и т.п. Эти коэффициенты подставляются в типовые математические выражения, по которым рассчитываются значения продолжительности и трудоемкости ремонта [7]. Математические выражения выведены на основании ранее накопленного статистического материала.

Такой подход к расчету показателей ремонтпригодности, возможно, и оправдан при массовом и серийном строительстве кораблей, но нельзя утверждать, что он оправдан в каждом отдельном случае. А корабли сегодня строятся не массово, а штучно, и законы подобия или аналогий для них работают с ощутимой долей погрешности. Также необходимо отметить, что существующие в ПОН методики расчета показателей ремонтпригодности разработаны для осуществления стратегии плано-предупредительных ремонтов и по существу направлены на оправдание объемов трудоемкости при проведении ремонтов. Применение таких ме-

тодик для анализа ремонтпригодности при реализации других стратегий управления технического обслуживания и ремонта (ТО и Р), в частности, технического состояния, фактически не осуществимо. И причин здесь несколько, в качестве основных можно выделить:

1. Расчет показателей ремонтпригодности на основе обобщенных конструктивных параметров корабля не позволяет оценить свойства ремонтпригодности конкретного экземпляра корабельного оборудования, а при реализации стратегии ТО и Р в соответствии с техническим состоянием основной акцент смещается на обеспечение работоспособности корабельного оборудования, вносящего доминантный вклад в боеспособность корабля. В такой ситуации необходимо видоизменить существующие методики, перейдя от расчета показателей ремонтпригодности корабля к расчету интегральных показателей обеспечения его боеспособности за счет улучшения свойств ремонтпригодности конкретных, наиболее важных экземпляров корабельного оборудования.

2. Подход к расчету стоимостных показателей как к простому перемножению трудоемкости на стоимость нормочаса в современных рыночных экономических условиях явно требует пересмотра. Необходим переход к комплексному расчету стоимости жизненного цикла корабля, а в части, касающейся ремонтпригодности, к расчету стоимости владения свойствами ремонтпригодности корабельного оборудования, обеспечивающими наилучшие показатели боеспособности корабля.

Таким образом, новые методики должны позволять комплексно оценивать стоимость обеспечения свойств ремонтпригодности корабельного оборудования на различных этапах жизненного цикла, включая проектирование, строительство и эксплуатацию.

3. Необходимо осознавать, что сам анализ ремонтпригодности также требует определенных финансовых затрат, что сказывается на стоимости жизненного цикла корабля. В связи с этим выбор объектов для анализа свойств ремонтпригодности требует наличия специальной методики. К сожалению, в существующих регламентирующих документах такой методики нет [6]. Подразумевается, что расчет показателей ремонтпригодности должен осуществляться для большинства оборудования, требующего проведения операций ТО и Р. Так, в качестве примера в [1] для определения оперативной трудоемкости операций ТО и Р приводится операция по контролю уровня и долива масла в картер двигателя трактора Т-150К. Понятно, что в современных условиях такой подход расточителен. Представляется

разумным включить в ПОН методику, позволяющую для каждого проекта корабля определять целесообразность выполнения анализа свойств ремонтпригодности и обоснованно определять глубину такого анализа. Выбор конкретных экземпляров корабельного оборудования, для которых будет проводиться анализ свойств ремонтпригодности, предлагается проводить с учетом ранжирования всего оборудования по принципу максимального влияния на обеспечение боеспособности и стоимость жизненного цикла корабля.

Стоит признать, что применяемые в ПОН методики не позволяют влиять на проектные решения. В связи с этим необходимы эволюционное развитие и адаптация к современным экономическим условиям и стратегиям ТО и Р.

Целевое назначение ремонтпригодности. Согласно действующим ГОСТ в ПОН включается программа обеспечения ремонтпригодности, даже приводится типовая пример [1]. При этом отмечается, что ремонтпригодность изделий должна отрабатываться под заданную систему (стратегию) ТО и Р. Если предполагается, что в процессе эксплуатации корабля будет реализовываться стратегия ТО и Р по техническому состоянию, которая предусматривают перенос основной нагрузки по обслуживанию и ремонту корабельного оборудования с берега на борт корабля, то возникает необходимость уточнить акценты в целях обеспечения ремонтпригодности.

Согласно [1], цель обеспечения ремонтпригодности изделий – снижение затрат времени, труда и средств на их ТО и Р и повышение, на этой основе эффективности их использования в процессе эксплуатации. При реализации стратегии ТО и Р по техническому состоянию предлагается уточнить, что обеспечение ремонтпригодности корабля имеет целью повышение его готовности (боеспособности) к выполнению своих задач по назначению за счет снижения затрат времени, труда и средств на выполнение операций восстановления (профилактики) работоспособного состояния корабельного оборудования. При этом в качестве свойств, обеспечивающих ремонтпригодность оборудования, предлагается рассматривать следующее [2]: технологичность конструкции изделия; персонал; контрольно-измерительную аппаратуру; ЗИП; техническую документацию.

В качестве глобальной цели при реализации стратегии ТО и Р по техническому состоянию свойства ремонтпригодности должны быть направлены на удобство и оперативность выполнения восстановительных работ по устранению отказов корабельного

оборудования, являющихся причиной вывода корабля из боеготового состояния. Основными показателями достижения этой цели являются затраты времени и труда на выполнение определенных комплексов профилактических и восстановительных операций.

При выполнении восстановительных операций выделяют следующие составляющие затрат времени X:

1. Основное время – время, затрачиваемое непосредственно на выполнение восстановительной операции (замена или восстановление отказавшего элемента в составе корабельного оборудования).

2. Вспомогательное время – время, затрачиваемое на подготовку корабельного оборудования к проведению операций по устранению отказов и восстановление исходного состояния после их окончания. Выполняются операции по поиску причин отказа (обнаружение отказавшей системы, локализация отказавшего элемента в системе и определение характера отказа) и последующая регулировка, настройка, калибровка, проверка работоспособности и подтверждение устранения отказа.

3. Подготовительно-заключительное время – время, затрачиваемое на доступ, подготовку и приведение в порядок окружающей обстановки и используемого инструмента, оснастки и материалов.

Для наглядности разделим вспомогательное и подготовительно-заключительное время на две составляющие, а именно, на время до Д и после П времени, затрачиваемого непосредственно на выполнение восстановительной операции (рис. 1):

1. Вспомогательное время = Вспом. Д + Вспом. П.

2. Подготовительно-заключительное время = Под-Закл. Д + Под-Закл. П.

Подготовительно-заключительное время

Вспомогательное время

Основное время

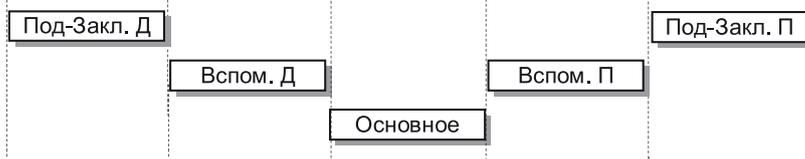


Рис. 1. Условное обозначение затрат времени при выполнении восстановительных операций

Таким образом, конкретизируем цель обеспечения ремонтпригодности корабельного оборудования: она заключается в сокращении длительности основного, вспомогательного и подготовительно-заключительного времени выполнения операций при устранении отказов.

Далее рассмотрим, как конкретные свойства ремонтпригодности оказывают влияние на показатели времени и трудоемкость выполнения восстановительных операций.

Свойства конструкции изделия и ремонтпригодность. Каждое изделие обладает некоторым набором свойств, наиболее важными из которых являются функциональные свойства и свойства конструкции изделия. В свою очередь, совокупность свойств конструкции изделия, определяющих его приспособлен-

ства эксплуатационной ТКИ, а к выполнению определенных операций ремонта – свойства ремонтной ТКИ. ТКИ для обеспечения ремонтпригодности проявляется только в конкретных операциях, направленных на восстановление работоспособности корабельного оборудования.

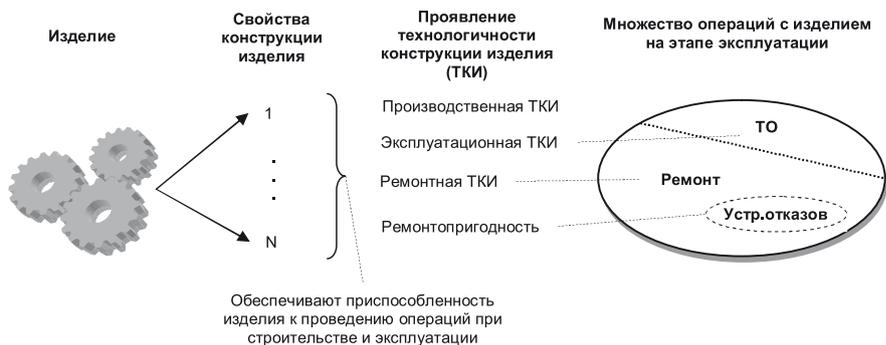


Рис. 2. Связь ремонтпригодности с эксплуатационной и ремонтной ТКИ

ность к выполнению определенных операций на этапе производства и эксплуатации, называют *технологичностью конструкции изделия* (ТКИ) [8]. ТКИ отражает не функциональные свойства изделия, а его конструктивные особенности, которые по области проявления можно подразделить на производственную ТКИ, эксплуатационную и ремонтную.

В общем случае конструкцию изделия характеризуют состав и взаимное расположение его составных частей, схема устройства изделия в целом, форма и расположение поверхностей деталей и соединений, размеры, материалы и т.д.

В нашем случае, при рассмотрении ТКИ основной акцент необходимо сделать на связи конструктивных особенностей с обеспечением ремонтпригодности корабельного оборудования. Еще раз напомним, что основная цель обеспечения ремонтпригодности корабельного оборудования заключается в минимизации показателей времени и

Для выявления какие свойства конструкции корабельного оборудования обеспечивают ремонтпригодность и оказывают влияние за показатели времени и трудоемкости, вернемся к рассмотрению основных этапов затрат времени на выполнение восстановительных операций, а именно: подготовительно-заключительного, вспомогательного и основного времени.

На длительность и трудоемкость выполнения подготовительно-заключительных операций оказывает влияние такая составляющая свойства конструкции изделия, как доступность. Доступность – это свойство конструкции оборудования, которое обеспечивает возможность подхода (доставки) и размещения возле отказавшего корабельного оборудования персонала, а также инструментов, материалов и других технических средств, необходимых для устранения отказа, и выполнение основных операций по устранению отказа с

трудоемкости выполнения операций по устранению отказов. Следовательно, ТКИ должна обеспечить приспособленность конструкции корабельного оборудования к проведению на нем операций по устранению отказов. При этом стоит отметить, что на этапе эксплуатации оборудования на нем выполняются и другие комплексы операций (рис. 2), в частности, операции ТО и Р. Приспособленность конструкции изделия к выполнению определенных операций ТО обеспечивают свой-

минимальным демонтажом элементов окружающей обстановки.

На длительность и трудоемкость выполнения вспомогательных операций оказывают влияние такие составляющие свойства конструкции изделия, как контролепригодность, легкосъемность и монтажепригодность.

Контролепригодность – это свойство конструкции корабельного оборудования, которое обеспечивает его приспособленность к диагностированию (поиску причин отказа) и настройки после

устранения отказа. Для минимизации показателей времени и трудоемкости выполнения восстановительных операций желательно, чтобы конструкция корабельного оборудования и его составных частей обеспечивала доступ к контрольным точкам без разборки узлов и механизмов, за исключением вскрытия технологических люков, заглушек и т.д.

Легкосъемность – это свойство конструкции корабельного оборудования, которое обеспечивает эффективность демонтажа/монтажа составных частей отказавшего оборудования. Для минимизации показателей времени и трудоемкости выполнения восстановительных операций желательно, чтобы глубина входимости (сборность) заменяемой/восстанавливаемой отказавшей составной части корабельного оборудования была минимальной и способы крепления не сказывались на показателях выполнения монтажно/демонтажных операций.

Монтажепригодность – это свойство конструкции корабельного оборудования, которое обеспечивает выполнение монтажных/демонтажных операций с минимальным применением специальной оснастки (инструментов). В корабельных условиях желательно, чтобы свойство монтажепригодности обеспечивало разборку/сборку отказавшего корабельного оборудования с применением только штатных бортовых инструментов и оснастки.

На длительность и трудоемкость выполнения основных операций оказывают влияние такие свойства конструкции изделия, как взаимозаменяемость и восстанавливаемость, которые позволяют обеспечить возврат работоспособности отказавшего корабельного оборудования на требуемый интервал времени.

Взаимозаменяемость – свойство конструкции составной части корабельного оборудования, обеспечивающее восстановление работоспособного состояния путем ее замены другой, аналогичной составной частью. В корабельных условиях обеспеченность этого свойства гарантирует, что замену отказавшей составной части произвести

принципиально возможно, т.е. на корабле есть аналогичная деталь в составе ЗИП или в составе другого, менее критичного изделия, а также сами операции по замене требуют минимальных объемов подгоночных и регулировочных работ.

Восстанавливаемость – свойство конструкции составной части корабельного оборудования, обеспечивающее возможность придания ей в процессе ремонта таких технических свойств, которые обеспечивающих восстановление работоспособного состояния.

Таким образом, можно отметить, что на обеспечение ремонтпригодности оказывают влияние следующие свойства ТКИ (рис. 3): доступность; контролепригодность; легкосъемность; монтажепригодность; взаимозаменяемость; восстанавливаемость.

При этом свойства взаимозаменяемости и восстанавливаемости – базовые свойства ТКИ, обеспечивающими ремонтпригодность, так как именно они определяют самую принципиальную возможность восстановления работоспособного состояния корабельного оборудования. Если при разработке корабельного оборудования и комплектации корабля эти свойства не обеспечены, то обеспечение остальных свойств ремонтпригодности теряет всякий смысл, поскольку главная цель – возвращение работоспособного состояния – все равно не будет достигнута. В этом случае можно констатировать, что при отказе такого оборудования его устранение требует доставки на борт корабля сменной части или постановки корабля на заводской ремонт.

Оценка обеспеченности ремонтпригодности. Сегодня для оценки обеспеченности ремонтпригодности применяются качественные и количественные оценки, как правило, представляющие собой всевозможные коэффициенты, отражающие степень обеспеченности (например, в интервале от 0 до 1) какого-либо свойства ремонтпригодности в конкретном изделии по сравнению с изделием, принятым в качестве

базы для сравнения. При подсчете применяются различные поправочные коэффициенты, позволяющие учитывать влияние отдельных факторов на те или иные свойства ремонтпригодности. В результате большинство оценок имеет приблизительный, ориентировочный характер. Но самый главный недостаток применяемых количественных оценок состоит в том, что они не позволяют напрямую оценить влияние обеспеченности конкретного свойства ремонтпригодности на показатели времени и трудоемкости выполнения восстановительных операций.

Раньше получить такую оценку можно было только после постройки корабля. В основном это было связано с невысоким уровнем развития средств моделирования и низкой производительностью технических средств. Сегодня уровень развития информационных технологий, в частности систем трехмерного моделирования и виртуальной инженерии, позволяет напрямую рассчитывать показатели времени и трудоемкости при обеспечении тех или иных свойств ремонтпригодности корабельного оборудования до постройки корабля. В нашем случае это касается свойств ТКИ, а именно таких свойств как доступность, контролепригодность, легкосъемность, монтажепригодность и взаимозаменяемость. Обеспеченность такого свойства ТКИ, как восстанавливаемость предлагается оценивать качественно.

При использовании качественных оценок обеспеченности свойств ремонтпригодности желательно использовать оценки, позволяющие сравнить и выбрать лучший вариант, например, «лучше – хуже», или «приоритетно – менее приоритетно».

Оценку обеспеченности остальных свойств ремонтпригодности, таких как «персонал», «контрольно-измерительная аппаратура» и «ЗИП», предлагается выполнять и количественно (путем подсчета сравнительных коэффициентов), и качественно. Математические выражения для получения количественных оценок будут приведе-

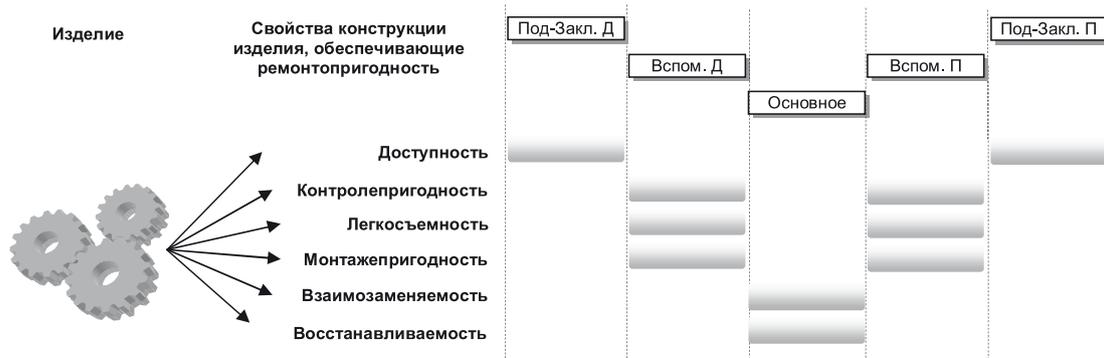


Рис. 3. Проявление свойств конструкции изделия, обеспечивающих ремонтпригодность корабельного оборудования, при выполнении восстановительных работ

ны в дальнейших публикациях, а качественные оценки обеспеченности этих свойств ремонтпригодности предлагается выполнять в шкале сравнений, приведенной в табл. 1.

нить несколько вариантов ее обеспечения практически невозможно. Одним из первых шагов для изменения сложившейся ситуации, по мнению авторов, является необходимость разработ-

Таблица 1

Шкала сравнений

Свойства ремонтпригодности	Оценка		
	Приоритетно	Менее приоритетно	Не приоритетно
«Персонал»	Экипаж корабля	Персонал плавучих мастерских	Персонал судоремонтных заводов
«ЗИП»	Бортовой	Базовый	Длительного хранения
«Контрольно-измерительная аппаратура»	Бортовой комплект	Стационарный комплект	

Оценку обеспеченности свойства «техническая документация» предлагается выполнять также на качественном уровне путем анализа обеспеченности полноты, достоверности и однозначности изложения действий в технической документации для каждой последовательности операции по устранению отказов.

ки методики сравнения обеспеченности свойств ремонтпригодности корабельного оборудования.

В настоящей работе предложен подход, позволяющий систематизировать и декомпозировать свойства ремонтпригодности (рис. 4), которые, в свою очередь, могут быть подвергнуты количественной или качественной оценке. В ре-

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 23660–79. Система технического обслуживания и ремонта техники. Обеспечение ремонтпригодности при разработке изделий.
- Соболевский А.А., Муру Г.Н., Стародубов В.А. Задача управления ремонтпригодностью в общей структуре информационного обеспечения жизненного цикла корабля // Вестник фонда кораблестроения. – 2007. – №2.
- ГОСТ В15.206–84. Программы обеспечения надежности. Общие требования.
- РД В5.0625–89. Типовые программы обеспечения надежности надводных кораблей. Разработка программ обеспечения надежности. Правила.
- РД В 5.0680–91. Определение трудоемкости и продолжительности заводского ремонта надводных кораблей.
- РД В5.0682–91. Надежность корабля. Принципиальные вопросы ремонтпригодности корабля и его систем. Порядок разработки, состав и



Рис.4. Составляющие свойств ремонтпригодности корабельного оборудования

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стоит признать, что существующие в отечественном кораблестроении подходы к обеспечению ремонтпригодности необходимо эволюционно видоизменять как в методологическом отношении, так и в отношении схемы заказа и контроля работ по анализу ремонтпригодности вновь строящихся кораблей. Сегодня в ПОН декларируется необходимость улучшения ремонтпригодности, но обоснованно срав-

зультате появляется возможность сформулировать задачу управления ремонтпригодностью, заключающуюся в выборе такого состава свойств ремонтпригодности, который обеспечивает минимальные значения показателей времени и трудоемкости выполнения операций восстановления работоспособного состояния, и при этом стоимость обеспечения таких свойств ремонтпригодности на всех этапах жизненного цикла будет минимальной [2].

- типовое построение документа.
- РД В5.0499–87. Надежность корабля. Ремонтпригодность методы определения показателей на стадии проектирования. Методические указания.
- Технологичность конструкции изделия: Справ./ Ю.Д.Амиров, Т.К.Алферова, П.Н.Волков и др.; Под общ. ред. Ю.Д.Амирова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.:Машиностроение, 1990. – 768 с. – (Б-ка конструктора). ■

Производственное предприятие ОАО «Новая ЭРА» при строительстве сложных морских объектов выполняет полный комплекс электромонтажных работ, от проектирования и изготовления низко- и средневольтного электрооборудования до судового электромонтажа и пуска-наладки.

Предприятие на основании полученных лицензий (свидетельство о соответствии предприятия требованиям РМРС, ВП, РРР – монтаж и пусконаладочные работы электрооборудования и оборудования автоматизации, монтаж кабелей) способно собственными силами выполнить на строящемся морском объекте разметку кабельных трасс; приварку кабельных конструкций; герметизацию проходов как заливкой, так и модульными уплотнениями; прокладку и крепление кабеля; монтаж оборудования; поставку щитового оборудования собственной разработки и изготовления, таких как ГРЩ, АРЩ, пультов управления судном; подключение всех видов потребителей на судне; распайку разъемов; монтаж и сварку оптоволоконных кабелей.

В последнее время компания заключила несколько крупных контрактов, позволяющих активно развивать управление электромонтажными работами. Так, специалисты управления ведут работы на таких крупных объектах, как МЛСП «Приразломная» для ООО «Газпромнефтьшельф» и фре-



гат «Триканд» для ВМС Индии. На МЛСП «Приразломная» выполняют электромонтажные работы по достройке вспомогательного модуля, а на фрегате – весь комплекс электромонтажных и пусконаладочных работ. На сегодня установлено более 6200 ед. оборудования и затянута 240 км кабеля. Следующим этапом будет подключение электрооборудования, а до конца этого года уже должны быть приняты питание и начат следующий этап работ – пусконаладка.

СУДОВОЙ ЭЛЕКТРОМОНТАЖ: ВЕРНОСТЬ ТРАДИЦИЯМ

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



Широкое использование электроники и вычислительной техники, автоматизация процессов привели к тому, что современные суда представляют собой достаточно сложные автоматизированные комплексы. Сотни километров кабелей и проводов, десятки тысяч аппаратов и приборов необходимо установить и смонтировать на строящихся морских объектах. Чтобы выполнять все эти работы, необходимы специали-

учебные заведения и пришли работать по специальности примерно до 1993–1994 гг., затем вплоть до сегодняшнего дня стало немодно учиться по техническим и рабочим специальностям. Приходится активно привлекать молодежь и обучать своими силами. По словам директора управления электромонтажных работ ОАО «Новая ЭРА» Романа Остовского, чтобы быть лидером на рынке необходимо отсуживать и применять все новое, начиная от технологий, специальных компьютерных программ и заканчивая материалами, оборудованием, инструментом для монтажа. Кроме того, чтобы всем этим воспользоваться, надо обучать и готовить специалистов, не жалея времени и средств, так как в дальнейшем все это окупится сполна.

В компании разработаны программы обучения молодых специалистов и наставничества. Система обучения персонала включает в себя так называемые внешнее и внутреннее обучение, первое направлено на приобретение новых профессиональных знаний, повышение квалификации, второе – на обмен опытом, знаниями и навыками между работниками.

Крупнейшие заказчики ОАО «Новая ЭРА» отмечают высокую квалификацию специалистов, эффективную организацию труда, достойное качество и соблюдение сроков выполнения электромонтажных работ на военных и гражданских заказах. Все это – залог дальнейшего развития управления электромонтажными работами и получения еще более масштабных и ответственных контрактов. ■

Важной вехой в истории предприятия, в определении его технической направленности на вооружение ВМФ послужили изобретения В.И. Бекаури. Учитывая важность и необходимость реализации этих изобретений в части программного и дистанционного управления торпедами и противокорабельными минами, Постановлением Совета Труда и Обороны по мандату, выданному В.И. Лениным в августе 1921 г., ГОНТИ НТО ВСНХ было преобразовано в Особое техническое бюро по военным изобретениям специального назначения. Так определилась основная сфера деятельности предприятия – создание радиоэлектронного вооружения и систем управления оружием для ВМФ.

В 1939 г. в результате слияния Остехбюро с Центральной лабораторией проводной связи, возглавляемой известным советским ученым А.Ф. Шориным, был создан НИИ-49, специализирующийся на морском приборостроении для кораблей ВМФ СССР. Созданное в институте оружие внесло достойный вклад в дело разгрома фашистской Германии в ходе Великой Отечественной войны.

После победы в институте была в кратчайшие сроки восстановлена научно-производственная база, что позволило коллективу активно включиться в разработку систем и комплексов вооружения, ставших основой боевой мощи нашего флота в послевоенный период.

В 1966 г. в связи с расширением тематики НИИ-49 переименован в Центральный научно-исследовательский институт приборов автоматики (ЦНИИ ПА).

В 1971 г. ЦНИИ ПА переименован в ЦНИИ «Гранит».

В 1974–1990 гг. ЦНИИ «Гранит» возглавил созданное Ленинградское научно-производственное объединение «Гранит». В его состав вошли заводы им. А.А. Кулакова, «Северный Пресс» и «Омега» (Казахстан).

За научные и производственные достижения в 1961 г. институт был награжден орденом Трудового Красного Знамени, а в 1985 г. – орденом Ленина.

В 2006 г. на базе ЦНИИ «Гранит» создано открытое акционерное общество «Концерн «Гранит-Электрон», являющееся крупным системообразующим предприятием России по созданию комплексов радиоэлектронного вооружения для ВМФ страны.

Сегодня ОАО «Концерн «Гранит-Электрон» и интегрированные с ним ОАО «Северный Пресс», ОАО «Равенство», ОАО «Завод им. А.А. Кулакова», «Саратовский радиоприборный завод» и «Равенство-Сервис», взаимодействуя с государством, иностранными партнерами, частным бизнесом, успешно ведут

ОАО «КОНЦЕРН «ГРАНИТ-ЭЛЕКТРОН» НА СЛУЖБЕ ВМФ

Г.А. Коржавин, д-р техн. наук, проф., ген. директор,
Ю.Ф. Подоплекин, д-р техн. наук, проф., первый зам. директора,
заслуженный деятель науки РФ,
С.Н. Шаров, д-р техн. наук, проф., начальник НАЛ,
ОАО «Концерн «Гранит-Электрон»,
контакт. тел. (812) 578 9823

фундаментальные и прикладные научные исследования с момента начала разработки проекта новейшей радиоэлектронной продукции, ее производства и проведения всех видов испытаний до поставки и серийного обслуживания. За 90-летний период институтом созданы многие десятки принципиально новых систем и комплексов этой продукции на уровне лучших образцов отечественной и зарубежной техники, разработки которых в большинстве своем стали заметными достижениями науки.

В соответствии с Указом Президента РФ за концерном сегодня закреплены следующие направления:

- разработка радиолокационных комплексов освещения надводной обстановки и целеуказания для надводных кораблей, подводных лодок и береговых ракетных комплексов;
- разработка корабельных и бортовых систем управления высокоточным ракетным и противолодочным оружием.

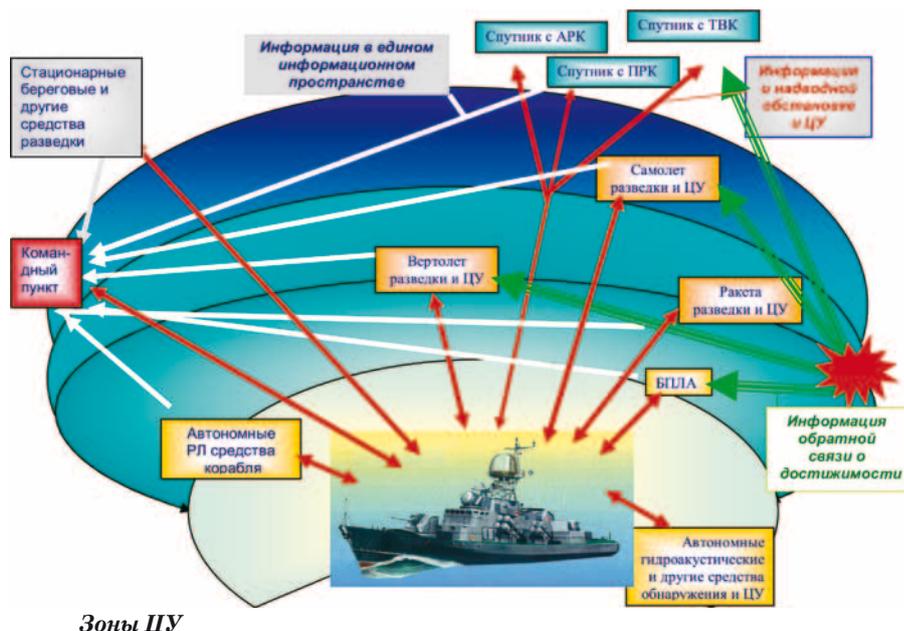
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОРАБЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ОСВЕЩЕНИЯ НАДВОДНОЙ ОБСТАНОВКИ И ЦЕЛЕУКАЗАНИЯ

Задачи освещения надводной обстановки, разведки и целеуказания (ЦУ)

приходится решать в условиях интенсивного радиоэлектронного противодействия (РЭП). Перспективная концепция НАТО в части радиоэлектронной борьбы (РЭБ) основные усилия возлагает именно средства разведки и ЦУ. В связи с этим при проектировании технических средств и организации их взаимодействия следует учитывать перспективные модели средств РЭП, использовать стелс-технологии для уменьшения радионаблюдаемости надводных кораблей и береговых объектов.

Средства разведки и ЦУ совместно с бортовой информационной системой оружия составляют информационный разведывательно-ударный контур, который, в свою очередь, состоит из трех самостоятельных контуров:

- *контур командного пункта (целеуказания)*, объединяющего априорную и текущую информацию разведки и ЦУ о наличии целей, их координатах, их количестве и типе, а также дополнительные сведения о метеорологической обстановке, картографическую информацию, сведения о наличии и типе РЭП и естественных помехах и состоянии собственных боевых единиц, например, кораблей-носителей РО. На основании этой информации вырабатываются



Зоны ЦУ

боевые задачи флота, группы кораблей и одиночных кораблей [1];

– *контура системы управления оружием*, включающего корабельную и бортовые системы управления, в котором по информации о ЦУ, текущем положении корабля-носителя РО и поставленной боевой задачей вырабатывается полетное задание залпу КР. Этот контур охватывает информацию командного пункта, а также непосредственно все доступные кораблю (группе кораблей) средства разведки и ЦУ (стационарные, спутниковые, авиационные и др.) через имеющиеся у него каналы связи и автономные средства освещения надводной обстановки и ЦУ (гидроакустические, активные и пассивные радиолокационные станции, беспилотные летательные аппараты). После старта КР возможно изменение полетного задания при наличии достоверной оперативной уточняющей информации;

– *контура информации обратной связи о попадании (промахе) и нанесенном ущербе*. Для получения этой информации используются те же средства разведки и ЦУ (спутниковые, пилотируемая и беспилотная авиация) преимущественно с оптическими каналами. При помощи этого контура может реализовываться высокоточное наведение РО в заданное уязвимое место цели, например, при помощи лазерной подсветки. По результатам этого контура принимается решение о продолжении или прекращении атаки.

Такая организация информационных контуров позволяет наиболее полно и достоверно обеспечивать ЦУ и максимально эффективно использовать корабельное РО.

Для создания автоматизированной системы ЦУ в настоящее время созданы и постоянно уточняются базы картографических данных (цифровые проблемно ориентированные модели местности) для районов ожидаемых боевых действий. На основании имеющейся картографической информации для стрельбы по наземным и морским целям, находящимся у берега, для каждого типа РО (точнее, типа головки самонаведения или корректора, высоты полета и предполагаемой дальности видимости) определяются радиолокационные и оптические портреты местности. Методом имитационного моделирования определяются участки местности и условия стрельбы, наиболее пригодные для эффективного полета ракеты, после чего формируется полетное задание и передается в бортовую ЦВМ. Создавать базу данных полетных заданий для боевых условий нецелесообразно в связи с бесчисленным множеством возможных условий полета ракеты к цели, параметров головок самонаведе-

ния и внешних условий (естественные и искусственные помехи). Поэтому разработаны программы преобразования картографической информации для каждого типа РО и используемой в ней ГСН.

Для эффективного информационного обеспечения систем управления РО в условиях крайне ограниченного финансирования приходится унифицировать технические решения на аппаратном уровне для всех родов войск. В первую очередь это относится к средствам разведки и ЦУ, где необходимо объединить усилия всех типов космических аппаратов, пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов, автономных береговых и корабельных, мобильных и стационарных технических средств. Основным техническим препятствием для решения этой задачи является разнородность средств связи у различных разведывательных комплексов, что делает невозможным оперативное получение необходимой информации непосредственно на носители РО.

ОАО «Концерн «Гранит-Электрон» прорабатывает концепцию обеспечения ЦУ РО в современных условиях, имея существенный задел по созданию интеллектуальных бортовых систем управления РО и корабельных средств освещения надводной обстановки и ЦУ «5П20К», «3Ц30», «Р43», «Гарпун-Бал Э» и др. Унификация технических решений, прежде всего аппаратуры линий связи на межвидовом уровне, наряду с другими предложениями ОАО «Концерн «Гранит-Электрон» позволит в значительной мере облегчить решение проблемы обеспечения необходимым ЦУ и автоматизированным управлением существующими и перспективными комплексами РО ВМФ и других родов войск.

РАЗВИТИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОТИВОКОРАБЕЛЬНЫМ РО ВМФ

Основными принципами, заложенными в концепцию построения систем управления оружием, техническими средствами, информационными потоками современных надводных кораблей, подводных лодок и других носителей ракетного оружия (РО) является максимальная унификация технических решений, которая заключается [1–3] в следующем:

- использование единой малогабаритной высоконадежной элементной базы при создании приборов;
- создание малогабаритных многофункциональных пультов управления, однотипных для всех электронных систем корабля;
- построение приборов без принудительного охлаждения аппаратуры;
- открытость программно-аппаратных средств;

– максимальная унификация технических решений.

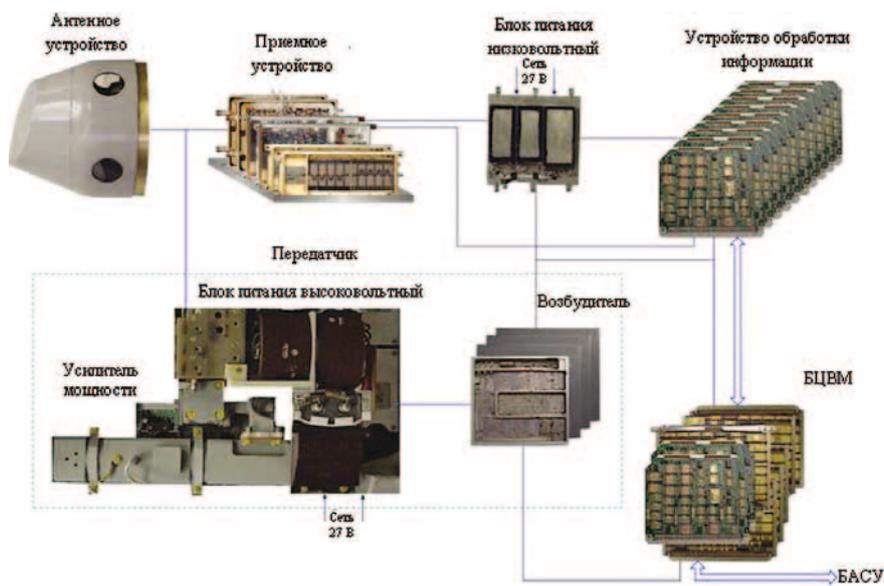
– реализация развитой иерархической структуры управления основными средствами применения оружия, обеспечивающей как необходимую централизацию по управлению, так и автономность работы оружия при одновременном выполнении нескольких боевых задач.

Унификация технических решений позволяет в максимальной степени минимизировать физические объемы аппаратуры, потребляемую мощность электроэнергии, стоимость разработки, изготовления и эксплуатации различных систем корабля. Достигается это, например, унификацией пультов управления и периферийных приборов, программно-обеспечения, использованием общих ресурсов, единым запасным комплектом блоков и приборов.

Создание универсальных кораблей и подводных лодок многоцелевого назначения приводит к резкому увеличению числа электронных систем и оборудования, размещаемого и функционирующего на борту корабля. При этом потребности в аппаратуре превосходят возможность уменьшения ее массогабаритных характеристик. Выходом из этой ситуации является интегрирование аппаратуры различного функционального назначения [4, 5]. Значительный положительный опыт в этом направлении ОАО «Концерн «Гранит-Электрон» накоплен как в интеграции средств освещения надводной обстановки и навигационных систем, так и корабельных систем управления оружием корабля. По нашему мнению, это оптимальный путь, позволяющий разработать электронные системы кораблей и подводных лодок следующего поколения.

Создание систем управления корабельного оружия рассматривается как комплексная проблема, объединяющая воедино создание современных средств целеуказания (ЦУ); корабельных автоматизированных систем управления (КАСУ) на уровне интеллектуальных систем; бортовых автоматических систем управления (БАСУ), адаптивных к изменяющейся оперативной обстановке в атакуемой корабельной группе и другим внешним условиям. Иными словами, все три проблемы объединены и рассматриваются в едином контуре управления ракетным оружием, называемом разведывательно-ударным контуром.

Одной из основных тенденцией развития современных комплексов РО является их универсальность по целеназначению. Необходимо обеспечить высокоточное наведение не только на морские цели в открытом море, но и морские цели, находящиеся в непосредственной близости у берега, в шхерах и узкостях,



Состав аппаратуры радиолокационной РСН

а также наземные цели, имеющие радиолокационный или оптический контраст и не имеющие контраста на фоне окружающей поверхности.

Другая важная тенденция развития РО и, соответственно, систем управления – это универсальность, т.е. приспособленность к любым носителям, будь то надводные корабли, подводные лодки, подвижные или стационарные сухопутные носители и даже самолеты. Это приводит к существенному росту требований к БАСУ и аппаратуре систем управления носителя.

Учитывая многообразие носителей ПКР и тем более обеспечивающих систем, устанавливаемых на них, большое значение приобретает решение проблемы унификации используемых интерфейсов и каналов обмена информацией. Постоянное смещение центра тяжести разработок в сторону программного обеспечения (ПО) требует выбора современных подходов к разработке, отладке и функционированию ПО, унификации и стандартизации используемых средств и технологий.

В системах управления движением корабля и подводной лодки, их техническими средствами и оружием накапливается огромное количество информации как от внутренних датчиков и радиоэлектронных (включая акустические) систем, отражающей их фактическое со-

стояние, так и от внешних источников информации (навигация, метеосводка, целеуказание, состояние других кораблей соединения). В этих условиях ни один оператор не способен разработать оптимальные полетные задания для оружия и маневра корабля. Разработка полетных заданий РО и режимам работы информационных и управляющих систем должна происходить автоматически. Однако жесткие программы не могут учесть всего многообразия входной информации.

Выходом из этой ситуации становятся системы с искусственным интеллектом, например, экспертные системы. В программы управления кораблем и его оружием закладываются постоянно расширяющийся в соответствии с накапливаемым опытом набор различных ситуаций по маневрированию, расходу энергетических ресурсов и применению оружия, оптимальных по заданным критериям эффективности. Это позволяет на основании всей исходной информации (текущей и накопленной) выбирать наилучшие варианты маневра, ракетной стрельбы и обеспечения живучести корабля или подводной лодки.

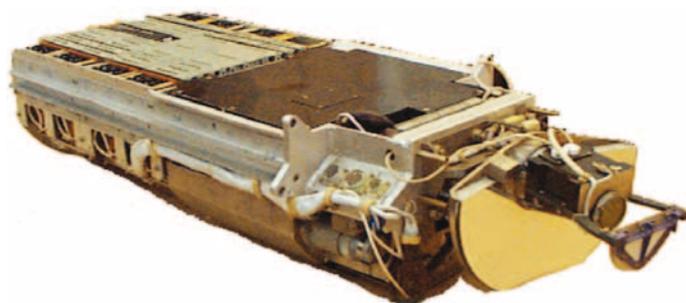
Общие пути совершенствования аппаратуры СУ непосредственно связаны с прогрессом науки и техники. Новое качество достигается за счет применения перспективной элемент-

ной базы и новых композиционных материалов, наращивания уровня интеллектуализации обработки информации, включая более широкое внедрение цифровых методов при приеме, передаче и обработке информации, перспективных методов программирования и конструирования аппаратуры на основе модульности и унификации, внедрения передовых технологий изготовления аппаратуры и т. д. Такие меры позволяют удовлетворять постоянно возрастающие требования к массогабаритным и эксплуатационным характеристикам аппаратуры с учетом приемлемой стоимости ее создания.

Отработанная система проектирования комплексов аппаратуры с использованием стенов математического и полунатурного моделирования, наличие современных высоких технологий и научных кадров – все это позволяет ОАО «Концерн «Гранит-Электрон» удерживать передовые позиции в области создания радиолокационных комплексов освещения надводной обстановки и систем управления высокоточным ракетным и противолодочным оружием.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров В.А., Подоплекин Ю.Ф., Шаров С.Н. Основные особенности концепции целеуказания для РО ВМФ. – Тр. 4-й Всерос. НПК «Актуальные проблемы защиты и безопасности». – СПб., 2001.
2. Иванов В.Л., Шаров С.Н. Вопросы совершенствования корабельных комплексов ОНО и ЦУ. – Науч.-техн. сб. ст. «Опыт и перспективы создания корабельных и бортовых информационных и информационно-управляющих систем». – Л.: ОАО «Концерн «Гранит-Электрон», 1977.
3. Антонов П.Б., Горелик Ю.З., Коржавин Г.А. и др. Основные технические пути развития аппаратуры систем управления ракетным оружием кораблей. – Сб.: Проблемы создания радиоэлектронного вооружения и систем управления ракетного оружия кораблей. – СПб., ОАО «Концерн «Гранит-Электрон», 2007, вып. 9, с. 10–13.
4. Коржавин Г.А., Подоплекин Ю.Ф., Шаров С.Н. Интегрированные системы управления ракетным оружием корабля. – Сб. мат-лов «55 лет на службе Отечеству». – СПб., ОАО «НПП «Радар ММС», 2005, с. 294–300.
5. Коржавин Г.А., Подоплекин Ю.Ф., Шаров С.Н. Особенности радиолокационного обнаружения, селекции и классификации морских целей // Изв. РАРАН. – 2006. – Вып. 50. – С. 81–86. ■



Бортовой лазерный локационный канал

30 июня 2011 г., во время проведения Международного военно-морского салона, было подписано соглашение между ОАО «Концерн «НПО «Аврора», ОАО «Концерн «Гранит-Электрон» и ОАО «Океанприбор» о создании консорциума.

Совместные усилия этих организаций будут направлены на внедрение инноваций в производство оборонной продукции, выход на новые рынки и реализацию крупных проектов.

ОАО «Концерн «НПО «Аврора» имеет большой опыт создания интегрированных систем боевого управления для неатомных подводных лодок, ОАО «Концерн «Гранит-Электрон» занимает лидирующие позиции в области



Соглашение подписали (слева направо): генеральный директор ОАО «Океанприбор» Г.А. Александров, генеральный директор ОАО «Концерн «НПО «Аврора» К.Ю. Шилов, генеральный директор ОАО «Концерн «Гранит-Электрон» Г.А. Коржавин

создания систем управления оружием и радиолокационных комплексов подводных лодок, ОАО «Океанприбор» является ведущей компанией по созданию гидроакустических комплексов подводных лодок.

В ОАО «Концерн «НПО «Аврора»» вернуты работы по федеральной целевой программе «Развитие гражданской морской техники на 2009–2016 годы». В их числе – создание базового образца цифровой системы управления рыбопромысловым судном. До настоящего времени отечественных систем такого класса не было. Важнейшими элементами такой системы являются математическое обеспечение задач управления комплексом «рыбопромысловое судно–орудия лова» и ее аппаратная реализация.

Поиск и лов рыбы в открытом море при соответствующем маневрировании рыбопромысловых судов (РПС), оборудованных, например, различными типами буксируемых тралов, может рассматриваться в виде взаимосвязанных

ОАО «КОНЦЕРН «НПО «АВРОРА», ОАО «КОНЦЕРН «ГРАНИТ-ЭЛЕКТРОН» И ОАО «ОКЕАНПРИБОР» ЗАКЛЮЧИЛИ СОГЛАШЕНИЕ О СОЗДАНИИ КОНСОРЦИУМА

*ОАО «Концерн «НПО «Аврора»,
контакт. тел. (812) 702 5946*

подводных лодок в интересах Военно-Морского Флота России, а также их продажу кораблей иностранным заказчикам.

Подписание соглашения стало очередным шагом в развитии дружеских и деловых отношений между «Авророй», «Гранит-Электрон» и «Океанприбором».



Прототип интегрированного пульта АИУС «Лама-ЭКМ», разработанный специалистами консорциума, был представлен на Международном военно-морском салоне. ■

Объединение научного, технического и производственного потенциала в рамках консорциума позволит обеспечить поставку автоматизированных информационно-управляющих систем нового поколения для оснащения перспективных неатомных

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСОМ «РЫБОПРОМЫСЛОВОЕ СУДНО-ОРУДИЯ ЛОВА»

*В.В. Антипов, д-р техн. наук, проф., зам. начальника отдела,
В.Ю. Бобрович, д-р техн. наук, проф., директор по развитию и маркетингу,
В.К. Болховитинов, канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник;
А.А. Болисов, вед. инженер, ОАО «Концерн «НПО «Аврора»,
контакт. тел. (812) 702 5946*

процессов: непредсказуемого (в статистической интерпретации) поведения

рыбных косяков и достаточно сложно по совокупности режимов управле-

ния движения судна и применяемыми при этом орудиями лова (ОЛ). Взаимосвязанность этих процессов при рассмотрении их особенностей применительно к комплексу «рыбопромысловое судно–орудия лова» и необходимость удовлетворения требований по обеспечению эффективности эксплуатации РПС обуславливают создание соответствующих информационно-управляющих систем, базирующихся на принципах автоматизации управления, в структуре судовой автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП).

Динамика движения комплекса «рыбопромысловое судно–орудия лова» для данного представления процессов может быть описана математическими моделями с нелинейной взаимозависимостью изменения параметров движения комплекса, характерной для поведения морских объектов с буксируемыми подводными системами, исследованной в работах [1, 2].

Перспективными РПС, оборудованными различными типами рыбопоисковой аппаратуры и видами орудий лова, управляемыми АСУ ТП, считаются многофункциональные универсальные рыбопромысловые суда (МУРС) [3, 4]. На основе предложенного в работах [5, 6] подхода в структуру АСУ ТП была введена координирующая подсистема управления процессом траления (КПС УПТ).

Рассмотрим особенности организации управляемого движения РПС.

КОНЦЕПЦИЯ И ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСА «РЫБОПРОМЫСЛОВЫЕ СУДА–ОРУДИЯ ЛОВА»

Рассматривая в системном плане данный комплекс и учитывая необходимость обеспечения эффективности эксплуатации РПС [7], выбираем с учетом технологии кормового траления рыбы следующий состав объектов, требующих соответствующей автоматизации управления:

- собственно РПС как объект управляемого движения;
- трал как основное орудие лова, приводимое в движение посредством движения и маневрирования РПС;
- ваерные лебедки как технические средства для управления ходом трала в режимах его разворачивания и буксировки при облавливании рыбных косяков;
- локальные механизмы и устройства трала как технические средства для управления его конфигурацией в режиме облавливания рыбных косяков;
- рыбный косяк как объект (цель) в режиме наведения трала при управлении скоростью и направлением движения РПС.

Современная концепция автоматизации рыбопромысловых комплексов такого назначения определяет следующий необходимый, по нашему мнению, состав систем управления технологическими процессами, подсистем и устройств информации АСУ ТП:

- подсистема управления движением РПС по скорости и курсу (ПСУД);
 - подсистема навигации и судовождения (ПНС);
 - подсистема радиосвязи и наблюдения (ПРН);
 - система автоматизированного управления маневрированием судна и процессами траления (САУ МСПТ);
 - КСУ ТС, включая управление комплексом «ГД–ВРШ»;
 - СУ судовой электроэнергетической системой (СУ СЭЭС);
 - СУ общесудовыми системами (СУ ОСС);
 - подсистема управления рыбопромысловым (лебедки, краны, палубные механизмы, технические средства трала) оборудованием (ПС РПО);
 - система управления составом и функционированием при взаимодействии с ПСУД рыбопоисковой аппаратуры (СУ РПА);
 - подсистема измерения и представления информации о конфигурации буксируемого трала (ПИКТ);
 - информационная система заполнения и наличия рыбы в траловом мешке (ИС НР);
 - подсистема контроля устойчивости (АСКО);
 - подсистема административно-хозяйственной деятельности (ПАХД).
- С учетом современных требований структура АСУ ТП РПС, предложенная в [3, 4], может быть расширена до вида, представленного на рис. 1.

Основными задачами АСУ ТП при организации координированного взаимодействия приведенного состава си-

стем, подсистем и устройств управления при эксплуатации РПС и данного состава объектов управления становятся:

- 1) обеспечение навигационной безопасности и эффективности судовождения в районах промысла;
- 2) автоматизированное управление движением судна с использованием информации о надводной обстановке, изменении параметров движения (миграции) рыбных косяков и состояния элементов буксируемого трала;
- 3) автоматизированное управление процессами поиска и добычи рыбы при изменяющихся условиях гидрометеобстановки в районе промысла;
- 4) автоматизированное управление местоположением и формой трала в горизонтальной и вертикальной плоскости при изменении курса и скорости хода РПС;
- 5) сбор, обработка и представление капитану-судоводителю текущей и прогнозной информации, необходимой для решения задач управляемого движения РПС;
- 6) дистанционное управление посредством ЛСУ технических средств формой трала при контроле его заполнения рыбой;
- 7) управление ваерными и гиневыми лебедками палубного оборудования в режимах спуска, траления и подъема трала;
- 8) контроль за выполнением операций по разворачиванию палубных средств рыбопромыслового комплекса;
- 9) поиск, сопровождение, индикация параметров рыбных косяков (РК) в том числе и управление РК в задаче определения их предпочтительности при формировании последовательности процессов облавливания;
- 10) автоматизированное управление комплексом ГД – ВРШ;
- 11) автоматическое включение резервных электронасосов на этапе выгрузки рыбы из тралового мешка;

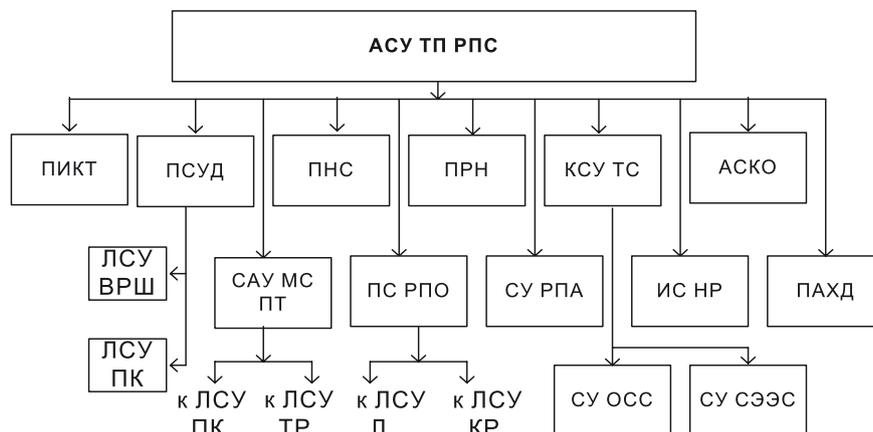


Рис. 1. Основные системы, подсистемы и устройства перспективной АСУ ТП РПС

ПК – поворотные колонки; ТР – технические средства буксируемого трала; Л – палубные ваерные и грузовые лебедки; КР – судовые краны для спуска, подъема элементов рыбопромыслового трала

12) автоматическое осушение колодцев машинного отделения (МО);

13) дистанционное управление вспомогательными механизмами и оборудованием МО;

14) дистанционное управление процессами рыбообработки и состоянием технологического оборудования РПС.

Исходя из задач управления, в концепцию автоматизации процессов эксплуатации современных РПС предлагаем заложить принципы аппаратного (передача сигналов управления) и программного (алгоритмического) взаимодействия и координации. Это позволит определить последовательность решения основных задач управления и требуемый при функционировании АСУ ТП состав систем, подсистем и устройств управления в следующих вариантах:

1) для решения задач управления № 1, 5, 10, 13:

ПСУД ПНС ПРН КСУТС АСКО;

2) для решения задач управления № 2, 3, 4, 6, 9:

ПСУД ПНС ПРН КСУТС АСКО САУ МСПТ
 ИС НР ПИКТ СУ РПА ПС РПО;

3) для решения задач управления № 7, 8, 10, 11, 12, 14:

ПСУД КСУТС ПС РПО АСКО.

При взаимодействии систем, указанных в вариантах, автоматизация процессов эксплуатации РПС включает следующую последовательность технологических операций по управлению движением РПС и использованию ОЛ при кормовом тралении рыбы [7]:

а) подготовка и спуск трала при управлении от ПСУД, КСУ ТС и обработке информации от САУ МСПТ:

– установка и поддержание в горизонтальной плоскости движения РПС скорости «самый малый ход»;

б) управление движением РПС и траловым оборудованием по сигналам ПСУД, КСУ ТС и по сигналам обработки информации от подсистем ПС РПО, ПИКТ о состоянии конструктивных элементов и технических средств трала:

– перевод судна на «полный вперед» в процессе раскрытия трала при буксировке,

– установка после развертывания трала значения средней скорости буксировки;

в) точный вывод трала на заданную глубину хода с использованием управлений ПСУД, КСУ ТС и информации от ПНС, САУ МСПТ, ПИКТ, СУ РПА:

– реализация формируемых в САУ МСПТ зависимостей

$$\begin{aligned} \Delta h_{\text{тр}} &= f_1(L_{\text{ваер}}; V_c), \\ \Delta h_{\text{тр}} &= f_2(L_{\text{ваерconst}}; V_c), \end{aligned} \quad (1)$$

где $\Delta h_{\text{тр}}$ – текущее значение глубины хода трала; $L_{\text{ваер}}$; $L_{\text{ваерconst}}$; V_c – соответственно текущие и установившиеся (за-

данные) значения вытравленной длины ваеров трала и текущие значения скорости хода судна;

– реализация в САУ МСПТ по данным от СУ РПА о вертикальных миграциях рыбных косяков зависимостей изменения горизонта хода трала $\Delta h_{\text{тр}}$ от варьируемых параметров $L_{\text{ваерvar}}$; V_{cvar} , используемых для формирования управляющих воздействий ПСУД, ПС РПО

$$\begin{cases} \Delta h_{\text{трвниз}} = f_3(L_{\text{ваерvar}}; V_{\text{cvar}}), \\ \Delta h_{\text{трверх}} = f_4(L_{\text{ваерvar}}; V_{\text{cvar}}); \end{cases} \quad (2)$$

г) точный вывод трала на заданную траекторию и в заданную точку развертывания трала («прицельное» траление по терминологии [7]) с использованием управлений ПСУД, КСУ ТС и информации от ПНС, САУ МСПТ:

– реализация функционального управления по курсу и скорости хода РПС с использованием зависимостей

$$\varphi_{\text{cvar}} = \varphi_1(\Omega_{\text{рк}}; \Pi_{\text{рк}}), V_{\text{cvar}} = \varphi_2(\Omega_{\text{рк}}; \Pi_{\text{рк}}), \quad (3)$$

где φ_{cvar} ; V_{cvar} – соответственно изменяемые в процессе траекторного движения РПС текущие значения направления и скорости хода; $\Omega_{\text{рк}}$; $\Pi_{\text{рк}}$ – соответственно текущие значения дальности и пеленга на рыбный косяк;

д) траление с использованием управлений ПСУД, КСУ ТС и информации от ПНС, САУ МСПТ, СУ РПА:

– установка, поддержание скорости «малый ход», контроль хода трала по окончании управления ваерными лебедками с использованием данных (1), (2).

Также концепция автоматизации технологических операций по управлению движением современных РПС и использованию ОЛ в технологии кормового траления рыбы требует учета усредненных данных [7] о поведении рыбных косяков (РК) в процессе их поиска и облова.

Очевидно, что особенности динамики поведения РК будут определяющим фактором при формировании в АСУ ТП РПС соответствующих алгоритмов управления ходом трала и движением судна, особенно при решении задач управления № 2–4, 6, 9, когда потребуется координированное взаимодействие ПСУД, САУ МСПТ, ПИКТ с использованием данных от СУ РПА и ПНС. Именно в этих подсистемах АСУ ТП РПС должны формироваться сигналы управляющих воздействий, основанные на учете моментов времени подготовки и развертывания орудий лова и принятия решений по организации управляемого движения судна. В этом случае сигналы задания скорости $V_{\text{cvar}} = \varphi_2(\Omega_{\text{рк}}; \Pi_{\text{рк}})$ и направления $\varphi_{\text{cvar}} = \varphi_1(\Omega_{\text{рк}}; \Pi_{\text{рк}})$ траекторного маневрирования РПС, а также сигналы $\Delta h_{\text{трвниз}}$, $\Delta h_{\text{трверх}}$ по управлению ходом трала становятся теми регу-

лируемыми параметрами, которые и будут определять эффективность эксплуатации РПС в районе промысла. Для их формирования необходим полный состав математических моделей и приведенных выше аналитических зависимостей, формирующих как текущие, так и прогнозные значения параметров.

Управляющие воздействия и информационные сообщения АСУ ТП при решении вышеперечисленных задач автоматизации технологических процессов РПС, формируемые, в частности, в ПСУД, ПИКТ, СУ РПА и САУ МСПТ с использованием выражений (1)–(3), являются в настоящее время существенно необходимыми для оператора-судоводителя. Поэтому их реализацию в приведенной на рис. 1 структуре АСУ ТП РПС следует предусматривать в САУ МСПТ, впервые включенной [3] в состав АСУ МУРС пр. 91001 в облике экспертной системы – координирующей подсистемы управления процессом траления (КПС УПТ) для реализации контура управления «судоводитель–АСУ».

В работах [3, 4] отдельные информационные данные и сигналы V_{cvar} , φ_{cvar} определялись в КПС УПТ с использованием упрощенной математической модели судна, движущегося под воздействием тяги ГД с ВРШ и управляемого поворотной насадкой (ПН) по курсу, а также на основе разработанной приближенной (без учета реальной формы трала, сопротивления ваеров и влияния траловых досок при движении трала) математической модели буксируемого трала. В целом это позволяло капитану-судоводителю координированно дистанционно управлять маневрированием (сближение и вывод) МУРС навстречу обнаруженным в районе промысла рыбным косякам, а также дистанционно управлять ваерными лебедками в процессе коррекции текущих параметров движения и конфигурации (взаимное расположение траловых досок, верхней и нижней подборы) трала при сложившихся условиях его буксировки.

АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АСУ ТП РПС

Аппаратная реализация приведенного на рис. 1 состава систем АСУ ТП целесообразна при формировании в ходовой рубке интегрированного пульта управления, скомпонованного из ряда отдельных систем и устройств и встроенного в архитектуру интегрированной мостиковой системы (ИМС) управления процессами рыбодобычи и рыбообработки.

В трехсекционный пульт управления (ИПС) при этом встраивается аппаратура:

– в левой секции – монитор, панели управления пожарными насосами, вспо-

могательными механизмами ГД, панель АПС ВРШ;

– в центральной секции – прибор дистанционного управления носовым подруливающим устройством, панель ЕРУ для управления ПН по скорости и курсу судна, панель авторулевого, монитор, кнопки, световые табло;

– в правой секции – панель управления ДАУ ГД – ВРШ, монитор, кнопки-табло «вкл.», «остан.».

Габаритные размеры ИПС: 1600×700×1250.

Учитывая существенное расширение задач автоматизации, возлагаемых на современные АСУ ТП РПС, в структуре современных ИМС и ИПС необходимо:

– обеспечить программно-аппаратную совместимость систем и оборудования импортной и отечественной поставки, необходимых для автоматизации управления комплексом «РПС–ОЛ»;

– произвести реализацию подсистем АСУ ТП в значительной степени на базе отечественных систем РПА и систем контроля орудий.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АСУ ТП РПС

Собственно выражения (1)–(3) в целях обеспечения функционирования АСУ ТП РПС могут быть получены либо на основе оценки управляемой динамики по результатам математического моделирования заданных процессов движения проектируемого РПС, либо с использованием аналитических зависимостей, описывающих поведение комплекса «судно–орудия лова» по результатам пересчета заданных траекторий движения судна в желаемые траектории движения трала. Несмотря на определенную равнозначность этих подходов, отдать предпочтение, по нашему мнению, следует имитационному моделированию.

Как показали результаты исследований, выполненных в работе [4], для достоверности результатов функционирования алгоритмического обеспечения АСУ ТП РПС и проведения достаточно полного и подробного имитационного моделирования динамики и координации процессов автоматизации при взаимодействии систем комплекса «РПС–ОЛ» потребуется разработать следующий состав математического обеспечения:

– модель динамики взаимосвязного движения комплекса «судно–орудия лова», что позволит сформировать ряд основных аналитических зависимостей для реализации соотношений между регулируемыми параметрами в моделях (1);

– модель, содержащая статистические данные о поведении рыбных ко-

сяков в предполагаемом районе промысла;

– модели функционирования РПА; – модель, содержащая статистические данные о характере изменения в районе промысла гидрометеоусловий;

– модель, описывающая поведение буксируемых орудий лова для заданных режимов движения РПС, что обеспечит реализацию зависимостей (2) в задаче управления ходом трала в вертикальной плоскости движения.

Разработка перечисленных моделей представляется, по нашему мнению, сложной задачей, решение которой весьма трудоемко. Например, математическая модель динамики движения комплекса «МУРС–трал–возмущения», примененная в работе [4], была с определенной степенью корректности, получена по результатам имитационного моделирования, когда обеспечивалась взаимосвязь программных блоков «SHIP»–судно и «TRAL»–буксируемый трал, а внешние воздействия (ветер, волнение, течение) формировались отдельным программным блоком с изменяемыми в процессе моделирования уставками (бальность, угол бега волн, скорость и направление ветра).

При указанном подходе в исследованиях использовалось математическое обеспечение:

1. Математическая модель движения МУРС в связанной системе координат принималась в виде системы дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} dV_y / dt = -0,39V_x w - 0,0532V_x V_y - \\ -0,0223V_y / V_y / -0,01V_x V_x \sigma; \\ dV_x / dt = -1,5V_y w - 0,0032V_x V_x - \\ -0,0083V_x n \cos(\sigma) + 0,0118n \cos(\sigma); \\ dw / dt = -0,1553V_x w - 0,00492V_x V_y + \\ +0,0026V_x V_x \sigma; \end{cases} \quad (4)$$

где V_x , V_y – проекции скорости хода МУРС на оси связанной системы координат; w – угловая скорость изменения курса; n – частота вращения вала ГД с ВРШ; σ – угол перекладки ПН.

2. Математическая модель движения буксируемого трала в виде последовательно реализуемых аналитических зависимостей как приближенная модель, основанная на силу отсутствия полных данных о трале на следующих допущениях:

– ваера (стальной проволочный трос для буксировки трала) представлены в виде однозвенного шарнирного стержня, нерастяжимого, не имеющего собственного сопротивления при разворачивании и буксировке трала;

– этот стержень закреплен в кормовой точке МУРС, и его скорость всегда равна скорости этой точки (по величине и направлению);

– трал (ходовый конец стержня) представлен телом, сопротивление которого при буксировке всегда направлено противоположно текущей скорости кормовой точки судна (боковые силы отсутствуют);

– сопротивление трала движению пропорционально квадрату его скорости и представлено в модели в виде силы, приложенной к кормовой точке судна

$$F_{тр} = -bV_{тр}V_{тр}; \quad (5)$$

(b – конструктивный коэффициент (принят по данным ЦКБ «Лазурит» равным 2);

– скорость V_k кормовой точки МУРС при траекторном движении рассчитывалась по выражению

$$V_k = \sqrt{V_x V_x + (V_y - w l_k)(V_y - w l_k)}, \quad (6)$$

где l_k – отстояние кормовой точки от ЦТ судна;

– угол f_k (направление) скорости (6)

$$f_k = \arctg((V_y - w l_k) / V_x); \quad (7)$$

– изменение угла буксировки трала за время Δt при траекторном движении комплекса принято в виде

$$\Delta f_{тр} = \Delta f + \Delta \mu, \quad (8)$$

где $\Delta f = w \Delta t$ – приращение угла курса; $\Delta \mu$ – приращение угла буксировки трала вследствие траекторного смещения кормовой точки за время Δt ;

$$\Delta \mu = -\arctg(V_k \sin(f_{тр} + f_k) \Delta t / \rightarrow \leftarrow / (V_k \cos(f_{тр} + f_k) \Delta t + l_{ваер})), \quad (9)$$

– изменение скорости $V_{тр}$ буксируемого трала за время Δt при траекторном движении комплекса определялось выражением

$$V_{тр} = (l_{ваер} (1 / \cos(\Delta \mu) - 1) + V_k \cos(f_{тр} + f_k) \Delta t / \cos(\Delta \mu)) / \Delta t. \quad (10)$$

где $l_{ваер}$ – длина ваера буксируемого трала.

Совокупное представление параметров движения трала (5–10) позволяет ввести в упрощенную модель движения судна (4) значения силы сопротивления (5) и момента противодействия трала изменению курса судна и, тем самым, обеспечить возможность проведения математического моделирования управляемой динамики комплекса «МУРС–трал».

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ МУРС ПР. 91001

На первом этапе исследований математическая модель (4) движения МУРС применялась в задаче управления судном по курсу φ на скорости «полный вперед» (частота вращения – 5 об/с вала ГД с ВРШ) с целью определения качества управления при использовании заданных параметров и характеристик поворотной насадки (ПН) и ВРШ ГД. На рис. 2, а и б приведены графики изменения во времени курса судна (кривая 2),

угла поворота ПН (кривая 3), а цифрой 1 обозначена величина заданного угла курса. Все кривые приведены в относительном масштабе, когда за единицу по оси ординат принята величина заданного курса, а по оси абсцисс – параметр T : 105 с – для рис. 2, а и 580 с – для рис. 2, б).

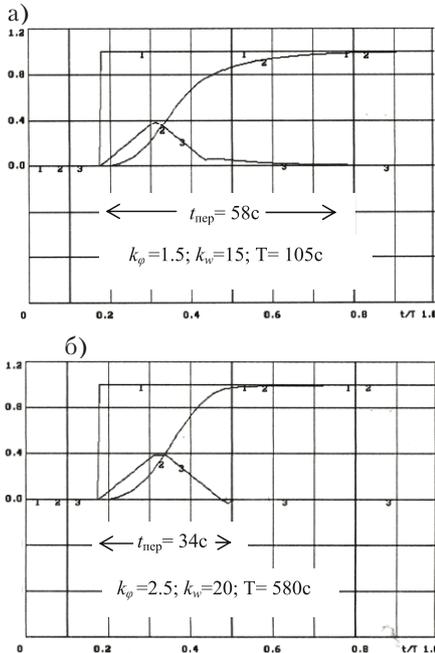


Рис. 2. Переход МУРС по курсу $\varphi_{зад} = 90^\circ$

Процессы изменения курса по рис. 2, а и 2, б при переходе судна на 90° характеризуют динамику МУРС в зависимости от изменения значений коэффициентов регулирования k_φ, k_w , устанавливаемых в авторулевом, и в дальнейшем принимались в рассмотрение при оценке влияния параметров и характеристик буксируемого трала на динамику поведения комплекса «МУРС – трал».

На рис. 3 показан пример переходного процесса МУРС по курсу на 20° , когда в модели трала в комплексе «МУРС – трал» по выражениям (5–10) принята длина ваера, равная 1000 м. Отмечается, что вследствие влияния сил от трала, переход судна по курсу значительно медленнее, чем на рис. 2.

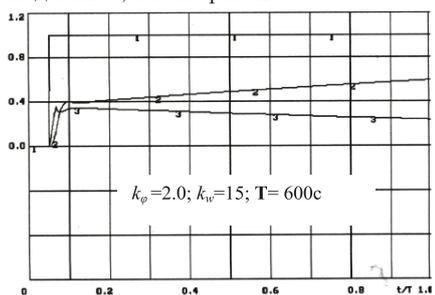


Рис. 3. Переход на 20° при $l_{ваер} = 1000$ м

В исследуемом процессе перехода МУРС по курсу на 20° значение

противодействующего момента трала составило минус 20 тм, продольной силы сопротивления 8,6 т и боковой силы 1,8 т.

При соответствующем изменении (рис. 3) значений коэффициентов регулирования авторулевого становится возможным в определенной степени «улучшить» динамику маневрирования комплекса «МУРС-трал» (рис. 4).

Исследования режимов движения комплекса в вариантах с бесконечно длинным ваером и с нулевой длиной ваера показали:

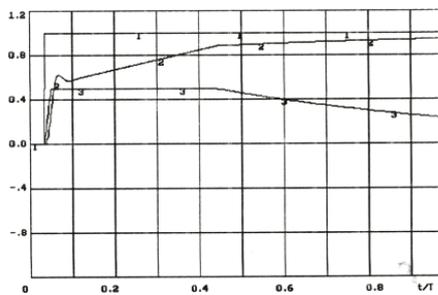


Рис. 4. Переход на 20° при $l_{ваер} = 1000$ м

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Предложенная концепция построения проектируемых АСУ ТП РПС с задачами автоматизации процессов координированного взаимодействия систем управления рыбопромыслового судна и орудий лова предусматривает, организацию взаимосвязанной последовательности выполнения технологических операций поиска, обнаружения и лова рыбы.

2. Динамика управляемого движения РПС существенно зависит от энерговооруженности судна, характеристик технических средств управления орудиями лова как в процессе их развертывания в районе работ, так и при облавливании рыбных косяков.

3. В АСУ ТП РПС необходимо разрабатывать программно-аппаратные решения для построения динамически отображаемой на мониторах систем информации о процессах маневрирования РПС и поиска рыбы.

4. Собственные колебания связи «ваера-трал» при буксировке трала приводят к переменным значениям силы сопротивления движению, что требует обеспечения режима стабилизации скорости хода судна.

5. Особенности поведения рыбных косяков в районе промысла являются определяющим фактором как в задаче информационного обеспечения процессов лова на основе использования системы управления высокоточной рыбопоисковой аппаратурой (СУ РПА), так и при формировании в ПСУД, с использованием математических моделей (4–10), необходимого состава алгоритмов АСУ ТП РПС и ор-

ганизации координированного и прогнозного управления.

6. Комплексное использование РПА, ПИКТ и ПС РПО на РПС позволяет реализовать наведение трала на рыбный косяк на начальном этапе в режиме управления с использованием рекомендаций, выработанных САУ МСПТ, а на конечном – в режиме самонаведения.

7. Введение в структуру АСУ ТП РПС подсистем ПИКТ, САУ МСПТ с целью реализации функциональных зависимостей (1)–(3) обеспечивает повышение эффективности эксплуатации РПС.

8. Создание базового образца отечественной АСУ ТП РПС является новым шагом в расширении продуктовой линейки систем автоматизации гражданского назначения ОАО «Концерн «НПО «Аврора» [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Мосолов В.Е., Лебедев В.И. Нелинейные модели динамики распределенной буксируемой системы в задачах управления. – М.: Изд-во МАИ. Препринт. 1988.
2. Беляев Н.В., Каргаев П.П., Кудряшов В.Е. Нелинейные математические модели морских буксируемых геолого-геофизических систем // Изв. ЛЭТИ. – 1990. – Вып.421.
3. Разработка технико-коммерческого предложения по созданию СУ ТС и координирующей СУ тралением МУРС // Пояснительная записка (Болховитинов В.К., Стариков С.Г.) / СПб., НПО «Аврора», 1992.
4. Технический проект: АСУ МУРС. – Пояснительная записка (Болховитинов В.К., Болисов А.А.). – СПб., НПО «Аврора», 1992.
5. Тихонов В.С., Болховитинов В.К. Нелинейная упрощенная модель буксируемой системы. – Сб. тез. докл. Всесоюз. школы по техническим средствам и методам исследования Мирового океана. – М.: Изд-во АН СССР. Ин-т Океанологии, 1991.
6. Тихонов В.С., Болховитинов В.К. Оптимальное управление океанской трубной добычной системой при обходе донных препятствий. – Сб. Тр. Совета по управлению движением судов и кораблей. – М.: ИПУ АН СССР, 1991.
7. Мельников В.Н. Устройство орудий лова и технология добычи рыбы. – М.: Агропромиздат, 1991.
8. Шилов К.Ю., Антипов В.В., Бобрович В.Ю. Основные направления инновационного развития ОАО «Концерн «НПО «Аврора» в 2011–2015 годах. – Сб.: Системы управления и обработки информации. – НПО «Аврора», 2011, №22. ■

ОАО «СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ПРИБОРЫ»

- Разработка и производство агрегатов бесперебойного питания, статических преобразователей и электроприводов механизмов и запорной арматуры;
- Разработка и производство локальных систем управления и защиты механизмов;
- Производство устройств подготовки проб и анализа воды для АЭС (ТЭЦ).

Агрегаты бесперебойного питания



Статические преобразователи

Электроприводы механизмов и запорной арматуры



Локальные системы управления и защиты механизмов

Устройства подготовки проб и анализа воды на АЭС (ТЭЦ)



Система менеджмента качества ОАО «Системы управления и приборы» сертифицирована на соответствие международному стандарту ИСО 9001:2008 и ГОСТ Р ИСО 9001-2008.

Россия, 194021, Санкт-Петербург, а/я 114
Тел./Факс +7 (812) 320 23 93
suip@inbox.ru www.suip.ru

Системы управления (СУ) на базе SCADA и программируемых микроконтроллеров (PLC) характеризуются использованием встроенных процедур ввода/вывода, резервирования, регистрации, аварийной сигнализации, трендов, а также заданных структур исходных данных (ИД) ввода/вывода, большим объемом ИД. Рассмотрим особенности подготовки ИД, под которыми будем понимать множество контролируемых параметров (тэг), т.е. сигналов датчиков (дискретных, аналоговых, уставок) и команд управления.

При разработке СУ техническими средствами кораблей [1, 2] предприятия-проектанты (ПрП) определяют физические характеристики ИД, задачи систем управления, формируют технические задания (ТЗ) для предприятий-исполнителей (При). Затем При с использованием ИД разрабатывают технические и рабочие проекты, определяют и проектируют структуры систем управления, сети, приборы (схемы ЭЗ, аппаратная часть), кабельные связи (схемы Э6, Э4), формируют частные технические задания (ЧТЗ), содержащие дополнительные ИД При. При этом При решают дополнительные задачи, такие как резервирование систем, защита от несанкционированных действий, протоколирование функционирования систем и т.п. После аппаратной проработки разрабатывается программное обеспечение (ПО) проекта, а также организуются стендовые, заводские и ходовые испытания.

Из такого процесса разработки проектов можно выделить три уровня представления ИД:

- физические характеристики ИД ПрП;
- аппаратные ИД При., т.е. аппаратная привязка данных с учетом структуры системы управления, т.е. распределения, резервирования приборов и кабельных связей;
- программные ИД При. Обозначения переменных для ПО с учетом аппаратной привязки данных, реализующих требования обработки и представления данных.

Тенденция, отмечаемая при проектировании СУ техническими средствами (ТС) кораблей, показывает, что СУ все более усложняются и объем ИД увеличивается. Процесс обработки и внедрения ИД на уровне При может быть весьма трудоемким, особенно для больших СУ ТС (БСУ ТС), где число контролируемых параметров измеряется тысячами. Например, если принять, что разработчик При может в день внести из ТЗ в свое описание вручную 50 контролируемых точек, т.е. их наименования, тип, диапазон, аварийность, привязку к аппаратуре и т.п., то объем в 100 контролируемых точек потребует всего 2 дня работы.

ВОПРОСЫ ПОДГОТОВКИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ SCADA СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ КОРАБЛЕЙ И СУДОВ

Р.И. Евсеев, ст. науч. сотрудник ФГУ «1 ЦНИИ МО»,
П.А. Трубицын, канд. техн. наук, доцент,
 науч. сотрудник ОАО «Концерн «НПО «Аврора»,
 контакт. тел. +7 921 891 9868

Но для 5000 точек уже потребуется 100 дней, или 5 месяцев, работы, а это уже слишком большие затраты. Кроме того, разработчикам ПО может потребоваться переработка ИД с учетом аппаратной привязки данных. Если учесть возможность внесения корректировок ИД и алгоритмов, то явно требуется замена ручной технологии работы с ИД для БСУ ТС на автоматизированную технологию. Кроме того, При может быть несколько, и они должны взаимодействовать в одном информационном поле.

Конечными потребителями ИД являются разработчики ПО, и поэтому целесообразно рассмотреть вопросы подготовки и внедрения ИД проекта, исходя именно с их позиций, т.е. в каком виде хотели бы иметь ИД разработчики ПО. Основной задачей при этом будем считать создание единой идентификации ИД и автоматизированных преобразований ИД ПрП под требования ПО При.

С целью автоматизации работы, очевидно, требуется, чтобы ИД были:

- в электронном виде,
- в табличном представлении, в формате, позволяющем выделять подмножества ИД по заданным строкам и столбцам таблиц ИД,
- имели однозначную идентификацию данных.

На обеспечении достоверности электронных данных здесь не останавливаемся, так как это может быть достигнуто электронной подписью, контрольной суммой файлов, архивацией с паролем и т.п.

Рассмотрим далее задачу подробнее. Как известно, работать с большими объемами данных удобнее в средах СУ базами данных (СУБД), что целесообразно положить в основу представления ИД и здесь.

На рис. 1–3 показаны возможные варианты преобразований ИД, где «Тид» обозначают соответствующие таблицы ИД, а признак «/м» – модернизированные таблицы ИД в среде СУБД. Наиболее традиционным и трудоемким будет

первый вариант, где перекодировки таблиц ИД под нужды разработчиков При и внутри При выполняются вручную и создаются новые таблицы данных При. Второй вариант более прогрессивный, так как таблицы ИД на При специально формируются в форматах, приемлемых для автоматизированного переноса в таблицы ИД ПО (формат СУБД). Однако переработка всех ИД и создание отображения ИД в новом виде тоже весьма трудоемки, поскольку остается большая доля ручного труда при создании Тид/м При. Наиболее перспективным представляется третий вариант, где уже на уровне ПрП ИД оформляются с учетом требований дальнейшей автоматизированной перекодировки. В данном варианте нет дублирующей переработки, только вводятся определенные правила занесения данных ИД.

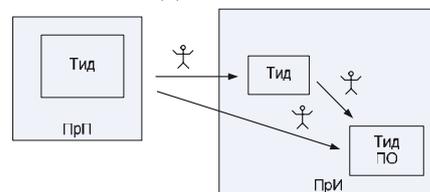


Рис. 1. Ручная перекодировка ИД

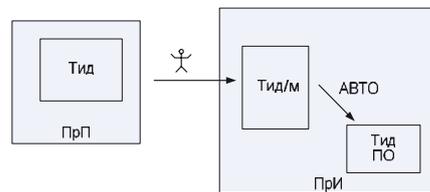


Рис. 2. Модернизированные таблицы ИД на При

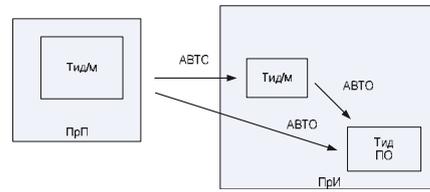


Рис. 3. Модернизированные таблицы ИД на ПрП и При

Рассмотрим далее, какие требования выдвигает такая технология.

1. ФОРМАТЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИД

В первую очередь рассмотрим форматы представления ИД сигналов от датчиков, так как это наиболее объемная часть ИД. ПрП обычно представляет ИД в табличном виде, в редакторе типа Word или подобных, используя форматы ячеек таблиц так, как удобно и традиционно принято на каком-либо ПрП. При этом нередко некоторые ячейки таблиц объединяются по смысловым характеристикам для придания большей читабельности, некоторые ячейки содержат многострочные записи и спецзнаки.

Для организации автоматизированного подхода на основе структур СУБД требуется введение определенных ограничений в форматах данных при формировании таблиц и в первую очередь однотипность записей данных, т.е.:

- записи по горизонтали должны быть однострочными;
- записи по вертикали, т.е. столбцы, должны иметь постоянный размер и тип;
- ячейки с числами должны содержать значения без каких-либо дополнительных специальных символов;
- записи должны быть пронумерованы;
- таблицы записей должны быть пронумерованы.

Данные требования являются несложными условиями при формировании ИД, но принципиальными для автоматизации обработки ИД. Исходя из этого, целесообразно изначально подготавливать ИД непосредственно в таблицах СУБД, например офисной СУБД Access или табличных редакторах типа Excel в форматах, ориентированных на последующее преобразование в СУБД.

Определим некоторые характерные поля для таблиц ИД:

- номера записей;
- наименование данных;
- диапазон изменений;
- категория важности (предупреждение (ПС), авария (АС) и т.п.);
- уставки (для аналоговых);
- признак регистрации (экран, журнал);
- номер слайда(ов).

В этом перечне определенные ограничения могут дополнительно быть введены для полей, записи которых могут иметь переменную длину данных – это «наименования» и «уставки» аналоговых данных.

Наименования данных имеют переменную длину в силу специфики их описательного характера. Графическое представление данных обычно не требует больших описаний. Но для записи в журналы и архивы ПС и АС желательно ввести ограничения длины наименований уже на уровне ПрП. Например, вполне достаточно ограничить длину до 50–70 символов, что приемлемо для вывода на экран

и смыслового определения данных. Это избавляет от переработок, дополнительных сокращений, согласований и позволяет автоматизировать ввод из таблиц ПрП в таблицы ПС и АС ПО. При этом, если в наименовании необходимо указывать значения уставок для аналоговых сигналов, то это должно учитываться при выборе длины наименования. При необходимости иметь большое описание данных дополнительный текст можно вынести в отдельное поле комментариев. Несоблюдение этого простого правила иногда приводит к недоразумениям и лишним трудозатратам при разработке ПО, поскольку программист не всегда понимает, как можно сократить наименование и может сделать это некорректно.

В ТЗ может быть задано несколько *уставок* на разные пороговые уровни для одного сигнала. Это может усложнить автоматизированную обработку ИД. Поэтому для однозначности таких ситуаций необходимо размещать в ИД все разнотипные уставки (либо ПС, либо АС) даже для одного сигнала на разных строках. Это связано с тем, что обработка этих сигнализаций отличается, и целесообразно для автоматизированного ввода давать разные номера для этих ситуаций, что и получается при размещении на разных строках. Процент сложных уставок обычно невелик, поэтому некоторое дублирование будет незначительным.

Кроме того, при необходимости различных выборок данных при формировании ИД для ПО необходимо вводить вспомогательные столбцы в ИД, где указывать признаки для облегчения автоматических выборок.

При описании ИД используется, как правило, несколько таблиц, так как ИД привязываются к аппаратуре, помещениям или типам сигналов. Обозначение таблиц может быть как буквенно-цифровым, так и цифровым. Для автоматизированных технологий и перекодировок с ориентацией на использование этих обозначений в ПО последнее, т.е. цифровое обозначение, как будет показано далее, более приемлемо.

2. НУМЕРАЦИЯ ИД И ГРУППИРОВАНИЕ ИД

Быстрый доступ к конкретным записям ИД важен для разработчиков всех уровней, поэтому все ИД целесообразно однозначно связать с уникальным номером. Этот номер желательно делать неизменным на всех уровнях разработки, начиная от ИД ПрП и заканчивая переменными в ПО. Для привязки к ТЗ такой номер может быть получен на основе уникального номера таблицы и порядкового номера внутри таблицы ИД ПрП: №ИД = №Таблицы_№порядковый.

При этом в номер таблицы часто включается тип таблицы, связанный с

аппаратурой или типом сигнала, тогда имеем

№ИД = №Таблицы_Тип_№порядковый.

В ТЗ нумерация ИД может сразу быть дана ПрП с учетом номера таблицы и ее типа, тогда это и будет изначально готовый №ИД, который может быть рекомендован и для При, но это не всегда используется.

Например, в описываемом ниже проекте на ПрП были разработаны таблицы с объединениям по признакам оборудования, а на При созданы собственные таблицы с объединением по подсистемам и сигнальными типами: 1 – сигналы сетевые, 2 – команды сетевые, 3 – сигналы от контактов реле, 4 – команды контактами реле. С точки зрения разработчиков ПО привязка к типам данных более удобна в работе, так как позволяет группировать данные одного типа по всему проекту.

3. ОБОЗНАЧЕНИЯ ИД

Остановимся на выборе обозначения данных, т.е. переменных, при разработке ПО. В традиционном программировании переменные рекомендуют обозначать производить в соответствии с их привязкой к помещению, оборудованию, типу сигнала, состоянию и т.п. Иногда это легко сделать, например, сигнал «*Напряжение фаз АВ для дизель-генератора ДГ1*» можно обозначить UabDG1. Такое обозначение достаточно понятное и не слишком длинное для набора при написании программ. При этом если количество данных в ИД невелико, то их нетрудно ввести вручную, и с такими обозначениями несложно работать. Однако в ИД БСУ могут встречаться сигналы сложных наименований типа «*Запрет на включение выключателя ГТГ1 после отключения по защите*», «*Сигнал защиты по отклонению частоты -10% на входных шинах вывода на «Берег 1»*», «*Обобщенный сигнал утечки на землю секции 380В ЩАГ1 или XD312 неисправен*», «*Нет напряжения во вспомогательной цепи 24В секции 220В ЩАГ1*».

Такие наименования уже сложнее обозначить коротко и понятно. Работа в БСУ ТС с длинными обозначениями трудоемкая и при вводе ИД, и при разработке ПО. Поиск данных ИД по наименованию или его части менее однозначен, чем по №ИД. Поэтому для БСУ ТС, где логично применять автоматизированные методы работы с ИД, может быть оправданно введение обозначения переменных не по «классическому» принципу, а по более короткому обозначению-коду, в частности, по №ИД. Конечно, определенная потеря информативности при этом наблюдается, но это может окупаться значительным уменьшением трудозатрат при автоматизированном вводе ИД для ПО БСУ. Отметим, что кодовые обозначения часто используются в жизни, где объемы данных велики. Например, номе-

Варианты обозначения ИД

Таблицы ИД				ПО
Номер таблицы ИД	Номер типа таблицы	Порядковый номер	Тип сигнала	Обозначение переменной
xx	-	zzz	дискретный	d_xx_zzz
xx	y	zzz	аналоговый	w_xx_y_zzz

Таблица 2

Варианты обозначения команд

Таблицы ИД			ПО	
Номер таблицы ИД	Номер типа таблицы	Порядковый номер	Команда	Обозначение переменной
xx	-	zzz	xxzzz (xx.zzz)	q_xx_zzz
xx	y	zzz	xyzzz	q_xx_y_zzz

Таблица 3

Дополнительные параметры ИД

ИД	Номера ввода/вывода PLC			Размещение в памяти		Конструкторское обозначение		
	№ прибора (p)	№ модуля (m)	№ штыря (n)	№ слова (s)	№ бита (b)	прибор	модуль	№ штыря (n)
№ИД								

ра автомашин, почтовые индексы, ИНН граждан, табельные номера сотрудников в отделах кадров крупных организаций и т.п. При этом по №ИД можно быстро найти описание конкретных данных как в текстовых документах (ТЗ), так и в электронных. Последовательности сигналов в таблицах для однотипных подсистем или оборудования несложно сделать одинаковыми, что облегчает формирование обозначений, а также их сравнительный анализ. В соответствии с известной «венгерской» нотацией в качестве начального символа желательно указывать тип сигнала. Это может быть использовано и при наименовании на основе №ИД. Например: d – дискретный, w – аналоговый, q – команды. Тогда можно получить следующий простой формат обозначения переменных, однозначно определяющий данные и в ЧТЗ на ПО и в ТЗ ПрП:

Тип №ИД

Универсальным разделителем, обычно допустимым для различных языков разработки ПО, может быть символ «нижнее подчеркивание». Номера таблиц, типов и порядковые номера удобно представлять постоянными форматами, тогда можно получить варианты обозначений, приведенные в табл. 1. Использование тех или иных разделителей в обозначениях ИД для ПО могут определить разработчики ПО, при этом важна лишь четкая привязка к №ИД.

Кроме однозначности обозначений такая запись позволяет легко формировать большие массивы переменных автоматическими методами. Особенно удобно это делать в СУБД путем формирования запросов (SQL), связывающих данные из соответствующих столбцов таблиц ИД, добавления необходимых признаков, использованием функции Replace, а также это позволяет выполнять различные выборки данных. Очень важным моментом является простота взаимопонимания разработчиков ПО со смежными разработчиками ПриИ и ПрП, в отличие от «классического» подхода у разработчиков ПО, где имена переменных часто понятны только им.

Для обозначения команд может быть использован аналогичный подход, но с учетом того, что команды передаются в современных системах по локальной сети и их удобно представлять целыми или вещественными числами. Последний формат позволяет использовать разделитель «.». При табличном задании команд структура команды может быть определена как слияние номеров таблиц и порядковых номеров, где порядковые номера имеют постоянный формат.

При разработке ПО в приемной аппаратуре реакция при получении команды может требовать установки определенных выходных переменных в «1» или «0», связанных с выходами модулей вы-

вода. Для обозначения таких переменных удобно использовать простую конструкцию, логически связывающую номер команды и «е» переменную:

Тип №Команды

Тогда получим простое обозначение переменных с учетом выше сказанного. В табл. 2 показаны примеры обозначений команд.

При использовании тиражирования по нескольким модулям ввода/вывода, несложно получить однотипные переменные добавлением символов в конце. Например:

q_xx_zzz_1 – выход на модуль 1 для команды xxxzz

q_xx_zzz_2 – выход на модуль 2 для команды xxxzz

4. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ПРИВЯЗКА ИД К МОДУЛЯМ ВВОДУ/ВЫВОДА PLC

При разработке проектов на ПриИ ИД ПрП дополняют характеристиками аппаратуры: номерами приборов, модулей, штырьков ввод/вывода, а также вводят ИД ПриИ. Аппаратные характеристики должны однозначно связываться с областями памяти приборов (PLC) и №ИД. Основные доработки требуется производить в PLC, кроме того, логично дополнить ИД рядом параметров, (табл. 3):

Графа «Конструкторское обозначение» зависит от структуры системы, конструкции приборов, а графа «Размещение в памяти» может заполняться нарастающим порядком.

Автоматизированное преобразование параметров ввода/вывода для PLC удобно осуществлять в среде СУБД с использованием функции «Replace» помодульно, так как номера приборов и модулей могут генерироваться средой ПО PLC в зависимости от структуры системы и приборов, а номера «штырей» могут копироваться. Например, ввод может иметь дискретный формат – %Iр.m.n и аналоговый – %IWр.m.n, вывод – %Qр.m.n, адре-

са памяти – %MWs[.b]. Интерфейс SCADA систем позволяет обращаться к ячейкам памяти PLC путем указаний номеров приборов в сети и адресов памяти PLC. Поэтому формирование ИД для SCADA из ИД PLC не является проблемой, хотя некоторые SCADA могут автоматически перенести описания переменных PLC в свое ПО.

На основе описанного подхода был сделан автоматизированный ввод ИД для системы управления электроэнергетической системой (СУ ЭЭС) проекта «Плавучий энергоблок» ПрП ОАО ЦКБ «Айсберг», реализованного на базе пакетов Unity Pro для PLC Quantum и SCADA Citect фирмы «Schneider Electric.» Проект включал примерно 4000 сигналов и 1000 команд. В данном проекте был использован подход, показанный на рис. 2, так как ТЗ было выдано в бумажном виде. Это подход показал удобство в работе при разработке ПО как в среде Unity Pro, так и в SCADA Citect. Таблицы Тид/м были разработаны в СУБД Access. Ввод данных в ПО был реализован автоматизированным способом из таблиц Тид/м ПриИ и на нижнем, и на верхнем уровне. Перенос данных производился через текстовый и «dbf» форматы.

Отметим, что ПриИ – ОАО «Новая Эра», контрагент данного проекта – также использовал №ИД для обозначения переменных. Однако это ПриИ использовало свои номера и таблицы Excel, что привело к необходимости вести две нумерации: внутреннюю и внешнюю.

Опыт работы по данной БСУ ТС в целом показал, что автоматизированный ввод ИД достаточно эффективен, но трудозатраты на ручной перевод ИД из Тид ПрП в Тид/м ПриИ весьма велики. Кроме того, этот вариант привел к появлению новых нумераций ИД на ПриИ, не совпадающих с нумерацией ИД на ПрП. Связь данных оказалась возможной только по наименованию данных либо ведением двойной нумерации, что создавало определенное неудобство.

5. ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ

Основные функциональные задачи и алгоритмы обычно разрабатываются ПрП, а технологические с привязкой к аппаратуре – на При. Для разработки ПО от описания задач требуется однозначная идентификация ИД и логическая запись, удобная для реализации в ПО. Первое можно обеспечить использованием обозначений на базе №ИД, а для второго удобно использовать булеву алгебру и нотации «if – then – else». Этими средствами, конечно, не всегда можно описать алгоритм решения задач, особенно если требуются различные временные задержки, но во многих случаях этого достаточно. Кроме того, при оформлении алгоритмов желательно предусмотреть возможность вводить комментарии для шагов алгоритма. Практика показала, что если использовать запись алгоритма в вертикальном виде, то это позволяет совместить указанные требования. Структура записи по этому принципу может быть такой, как показано в табл. 4, где используются:

- параметры, описывающие переменные (№ИД), знаки (=, >, <), значения переменных;
- операнды связи: Or, If, Then, Else, скобки. (“And” можно использовать по умолчанию).

Структура записи

№	Задача (алгоритм)	Входные данные	Выходные данные	Комментарии
1	Действие 1	Входы 1, знаки, значения		
		Операнд 1		
		Входы 2, знаки, значения		
		Операнд 2		
		Входы 3, знаки, значения		
			
		Выходы, знаки, значения	Длительности	
2	Действие 2			
			

Данный подход к записи алгоритмов и использование №ИД для обозначений данных был апробирован на практике на указанном выше проекте, а также при разработке проекта СУ ЭЭС заказа ОАО «ЦКБ МТ «Рубин». Это позволило достаточно оперативно реализовать ПО, проводить корректировки и сопровождать ПО заказа.

6. ГЕНЕРАЦИЯ ФРАГМЕНТОВ КОДА ПО

Использование форматов СУБД для ИД позволяет частично автоматизировать написание однотипных строк кода ПО на основе несложных SQL-запросов без разработки специальных средств автоматической генерации ПО.

Приведем пример одного из SQL-запросов для автоматического формирования ПО обработки команд на PLC, упомянутого выше проекта, где Command – номер команды от Citect, RIO – база данных команд, Var – переменная команды, xp –

номер счетчика, cnt – счетчик, x20 – число циклов.

```
SELECT 'If (Command='+str(RIO.
Command)+')
Then '+RIO.Var+'=1; cnt['+RIO.
xn+'];:=x20;
end if;
FROM RIO;
```

Сохраняя результаты в текстовом формате, их несложно вставлять в текст ПО, исключая при этом рутинные операции и ошибки ввода.

7. КОРРЕКТИРОВКА ИД ДЛЯ ПО

Отдельно остановимся на корректировке ИД для ПО при изменении ИД на ПрП, а также внутреннего ИД на уровне При. Изменения ИД неизбежны и после выдачи ТЗ, ЧТЗ, и это реальная практика. Для БСУ ТС с автоматизированным вводом ИД с этой целью требуется определенная технология.

Предлагается, чтобы после официальной передачи ИД для ПО, ведущие разработчики проекта сопровождали ИД и дополнительно формировали и вели специальную таблицу (файл) изменений, где отражались бы все изменения ИД проекта с указанием причин и дат. При этом сами ИД также корректируются и всегда содержат актуальные данные. Это позволяет разным разработчикам ПО начинать разработки в разное время. Если обозначить d(i) – порцию изменений ИД, ИД(i) – те-

Таблица 4

номера убирать и нумеровать таблицы заново, то общая нумерация ИД сбивается, что нежелательно. Поэтому, очевидно, что такие номера должны отмечаться как «резерв» и, в принципе, могут вновь использоваться при корректировках или просто игнорироваться. Несколько сложнее, если происходят частичные изменения характеристик каких-либо данных.

Опыт работы по описанному выше проекту показал, что изменения в течение месяца после выдачи ЧТЗ на ПО достигали нескольких единиц и укладывались в ручную корректировку. Однако через три-четыре месяца их было уже порядка 20% от всего объема ИД. При этом изменения вносились и на ПрП, и на При при разработке аппаратуры. Анализ этой ситуации выявил недостаточный уровень проработки ИД на При и отсутствие достаточно строгих согласований с ПрП и контрагентами в части ИД. После проведения организационных мероприятий была сделана повторная автоматизированная генерация ИД и корректировка ПО. Это оказалось более целесообразным для уменьшения трудозатрат и вероятности появления ошибок, чем при большой ручной корректировке, а также для упорядочивания ИД в ПО.

Следует отметить важность не только четкости определения задач и алгоритмов с использованием №ИД, но и распределения ответственности за постановку функциональных задач и реализацию алгоритмов системы. При работе с обозначениями на основе №ИД постановка задач может однозначно трактоваться от уровня ПрП до разработчиков ПО При. При этом разработчики ПО освобождаются от «домысливания» задач и ответственности за функциональные описания алгоритмов. Для алгоритмов, ошибки в которых могут приводить к аварийным ситуациям, это может быть крайне актуально. Об этом говорит, например, трагический случай на АПЛ «Нерпа».

Из этого следует очевидный вывод: необходимо минимизировать корректировку ИД после выдачи ТЗ. Для этого требуется разрабатывать ПО только по выверенным ИД, согласованным и утвержденным ответственными представителями ПрП и При. Изменения ИД следует также согласовывать и утверждать.

В целом использование автоматизированных способов работы с ИД позволит значительно уменьшить трудозатраты на разработку ПО в части ввода ИД, уменьшить влияние человеческого фактора, облегчить корректировки алгоритмов ПО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю.А.Губанов. Цифровые технологии в корабельном электрооборудовании // Системы управления и обработки информации // Науч.-техн. сб. /ФНПП «НПО «Аврора». – 2008. – Вып.15. – С. 3–11.
2. ГОСТ 19176–85. Системы управления техническими средствами корабля. ■

Днепр как судоходная река является по международной классификации рекой международного европейского уровня категории E (классы IV–VII) и имеет класс Vb. Пути этих классов должны обеспечивать прохождение судов или толкаемых составов с осадкой не менее 2,5 м. На отдельных участках водных путей наивысшего VII класса горизонтальные габариты толкаемых составов могут превышать значения, приведенные в таблице ниже, как, например, на некоторых участках Нижнего Дуная, где допускается прохождение составов, включающих до 12 секций с максимальными горизонтальными габаритами 300×40 м.

В Украине наибольшую протяженность имеют пути класса Vb (Днепр от устья до Киева). К путям других классов категории E в Украине относится участок Днепра выше Киева, река Припять, устьевый участок реки Южный Буг, реки Дунай (в том числе относящийся к наивысшему VII классу украинский участок основного русла Дуная).

Общая судоходная длина водного пути Днепра – более 1000 км. По нему могут проходить суда с осадкой 3,65 м от Херсона до Киева, от Киева до Любеча – с осадкой 2,65 м. Ширина судового хода этого водного пути – 80 м, допускается пропуск судов шириной до 17,5 м (ограничено шириной шлюзов 18 м) и длиной до 190 м. В 80-х гг. прошлого века по реке перевозилось в год до 50 млн. т грузов, в настоящее время – до 6 млн. т. Известно, что перевозка грузов речным транспортом весьма эффективна. В соответствии с расчетами Европейской Комиссии на 5 л условного топлива 1 т груза можно перевезти:

- речным транспортом на 500 км,
- железной дорогой на 333 км,
- автотранспортом на 100 км,
- самолетом на 6,6 км.

В приведенной таблице дана сравнительная информация об эффективности перевозок грузов водным и автомобильным транспортом.

А теперь представим судно длиной 135 м, обслуживаемое максимум 8–10 членами экипажа, идущего по естественному речному пути, не разбивая дороги и не создавая на ней пробок, и, например, 470 автомобилей, везущих по одному контейнеру на каждом, с как минимум одним водителем (всего 470 водителей), и длина этой колонны будет более 9 км. Сравнение явно не в пользу последнего вида перевозок, не говоря уже о расходе топлива и, как следствие, ухудшении экологической обстановки.

Днепр до сих пор закрыт для иностранных судов, поэтому для любого захода иностранного судна в него требуется специальное разрешение. На Днестре есть грузы, но, к сожалению, нет флота. Единственная акционерная судоходная компания, владеющая флотом на Днестре, – «Укрречфлот». Средний возраст судов компании – около 30 лет, и основные ее интересы направлены за границу. Этого флота мало для перевозки имеющихся грузов, и единственный выход – привлечение иностранных судов.

По условиям вступления в ВТО, Украина в 2016 г. обязана открыть ВВП для иностранных судов. Для круизного и маломерного флота весьма желателен срок открытия водных путей к началу Евро–2012. Однако, чтобы на реку пришел транспорт, необходимо создать соответствующие условия работы, в частности, обеспечить качественную навигационную поддержку европейского уровня.

Транспорт никогда не будет безопасным, и минимизировать риски при перевозках – это одна из задач, которые призваны решать системы информационной поддержки на основе

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ РЕЧНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СЛУЖБ НА ВВП УКРАИНЫ

И.А. Горбеев, зам. директора Департамента государственной политики на морском и речном транспорте Министерства инфраструктуры Украины, yuri.bagljuk@transas.com

современных систем связи и IT-технологий. Эти системы, носящие название речных информационных служб (РИС), уже довольно давно работают на европейских реках. В октябре 2005 г. в силу вошла рамочная директива Европейского Союза по РИС (2005/44/ЕС). Она относится ко всем водным путям класса IV и выше во всем Европейском Союзе и вводит обязательные для всех правила реализации служб РИС в соответствии с согласованными стандартами. На основании директивы страны-участницы должны обеспечить:

- минимальный набор данных, относящихся к инфраструктуре и работе шлюзов, портов и т.д.;
- электронные навигационные карты (ENC) для фарватеров класса Va и выше;
- средства для электронной отчетности о судах, их рейсах и грузах;
- электронную публикацию извещений судоводителям;
- основать и эксплуатировать центры РИС – если этого потребует обстановка с движением судов.

РИС официально признаны в качестве концептуальных гармонизированных информационных служб, содействующих управлению движением судов и перевозками в сфере внутреннего судоходства во взаимосвязи с другими видами транспор-

Таблица

Эффективность перевозок грузов водным и автомобильным транспортом

Small conventional barge 50 mtr long/6.60 mtr wide loading capacity 550 ton		 22x
Standard tanker 110 mtr long/11.40 mtr wide loading capacity 3.000 ton		 120x
Car vessel 110 mtr long/11.40 mtr wide loading capacity 600 cars		 600x
Large container barge 135 mtr long/17 mtr wide loading capacity 470 TEU		 470x
Push barge 193 mtr long/22.80 mtr wide loading capacity 11.000 ton		 440x



та. РИС собирают, обрабатывают, оценивают и распространяют информацию о судоходных путях, движении судов и перевозках и должны способствовать безопасной и эффективной перевозке и наиболее полному использованию возможностей внутренних водных путей (ВВП). РИС открыты для взаимодействия с коммерческими структурами, работающими на транспорте, и имеют три основные цели:

1. перевозки должны быть **безопасными**:
с минимумом аварий в ходе рейса;
с минимумом несчастных случаев с фатальным исходом;
с минимумом телесных повреждений;
2. перевозки должны быть **эффективными**:
обеспечивать максимальную пропускную способность водных путей;
обеспечивать максимальную грузоподъемность судов (длина, ширина, осадка, надводный габарит);
сокращать время перевозки;
снижать рабочую нагрузку пользователей РИС;
сокращать транспортные издержки;
сокращать потребление топлива;
обеспечивать эффективное и экономичное взаимодействие с другими видами транспорта;
обеспечивать эффективную работу портов и терминалов.
3. перевозки должны быть экологически благоприятными:
уменьшать вредное воздействие на окружающую среду;
уменьшать загрязняющие выбросы в атмосферу и утечки в результате аварий, незаконных действий или в ходе обычных операций.

При этом все предлагаемые услуги РИС должны быть надежны, эффективны и менее затратны, а также юридически обоснованы.

РИС обеспечивают решение целого ряда управленческих задач во внутреннем судоходстве во взаимодействии с *тремя различными сферами* (рис. 1):



Рис.1

транспортной логистики, где стороны, инициирующие перевозку, взаимодействуют со сторонами, которые эту перевозку организуют (например, грузоотправители, грузополучатели, поставщики, фрахтовые агенты, судовладельцы);
перевозок, где стороны, организующие их, взаимодействуют со сторонами, которые эту перевозку осуществляют (например, судовладельцы, диспетчеры терминалов, клиента);
движения, где стороны, осуществляющие перевозки (например, капитаны судов и судоводители), взаимодействуют

со сторонами, которые управляют движением судов (например, оператор СДС, компетентные органы).

РИС предоставляют систематизированную тактическую и стратегическую информацию о судах и обстановке, сопутствующей их движению, подразделениям Министерства транспорта Украины и другим организациям и физическим лицам, заинтересованным и имеющим право доступа к указанной информации, а также предоставляют специфическую информацию правоохранительным органам безопасности Украины.

Экономический эффект в результате создания РИС в Украине носит организационный характер и достигается прямым и косвенным путем. Прямой эффект возможен за счет получения всей необходимой информации о судах и водном пути в режиме реального времени, что без существования РИС невозможно. Отсутствие такой информации является фактором, из-за которого грузоперевозчик зачастую предпочитает другой способ доставки груза, а не по ВВП. Создание РИС на ВВП приводит к увеличению судопотоков и, как следствие, к увеличению сборов за использование водных путей и портов.

Косвенный эффект достигается за счет возможности ознакомления с информацией РИС всех авторизованных заинтересованных организаций и лиц, повышает статус Украины в Европе как члена руководящего комитета по реализации проекта Речных информационных служб IRIS Europe II и подтверждает выполнение европейских соглашений Украиной. Кроме того, по условиям вступления в ВТО Украина обязана открыть ВВП для иностранных судов, а следовательно, обеспечить соответствующий уровень навигационной поддержки на ВВП.

РИС бассейна Днепра (в дальнейшем – РИС «Днепр»), которая создается в настоящее время, предназначена для обеспечения заинтересованных служб и отдельных пользователей *оперативной и справочной информацией*:

- об условиях плавания на водном пути;
- о движении и дислокации транспортного и технического флота;
- о состоянии гидротехнических сооружений и водных путей;
- о грузопотоках и судопотоках на участках водного пути.

Основные службы и приложения показаны на рис. 2.

РИС содержит совокупность ряда технико-технологических систем и информационного Web-портала, который является фактически сервером E-навигации, интегрирующим информацию от различных подсистем РИС и предоставляющим ее судоводителям и сторонним пользователям. РИС на ВВП Украины включает следующие объекты:

- центр РИС в г. Одесса;
- субцентры РИС на р. Днепр и на р. Дунай;
- автоматические посты РИС на р. Днепр.

Их технический состав и основные взаимосвязи показаны на рис. 3.

Связь элементов Web-портала и технических подсистем РИС показана на рис. 4.

Объекты РИС должны быть объединены в одну систему с помощью существующих сетевых технологий, которые предоставляются Операторами телекоммуникационной связи на территории Украины с использованием общесистемного программного обеспечения для создания АИС-сетей (AIS Network). Для многих процессов функционирования РИС обязательны реализация и использование на борту, а также на берегу АИС для внутреннего судоходства.

В предлагаемой системе предусмотрен ряд элементов E-навигации, в том числе возможность автоматизированного обмена информацией по каналу АИС: автоматическая отсылка сообщений по событию в адрес судна, передача данных РЛС целей, а также возможность реализации функций «синтетические» СНО, передачи Inland AIS сообщений, передачи по АИС данных дифференциальных поправок ГНСС и др.

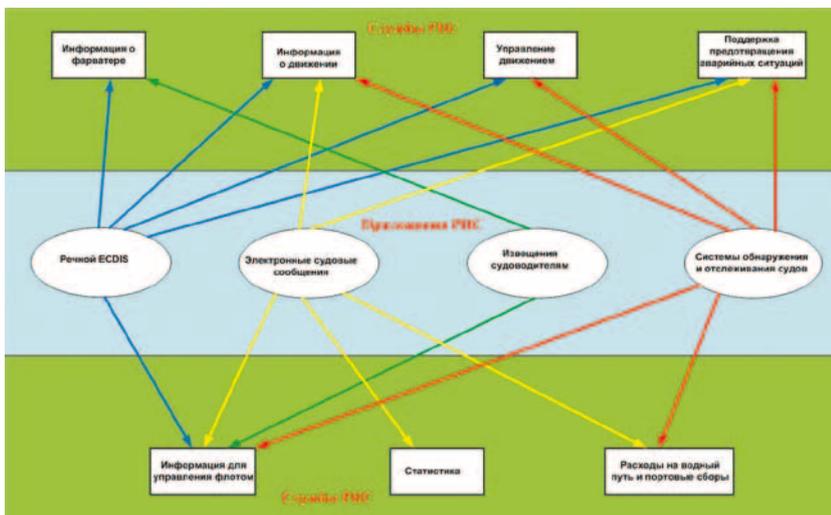


Рис. 2

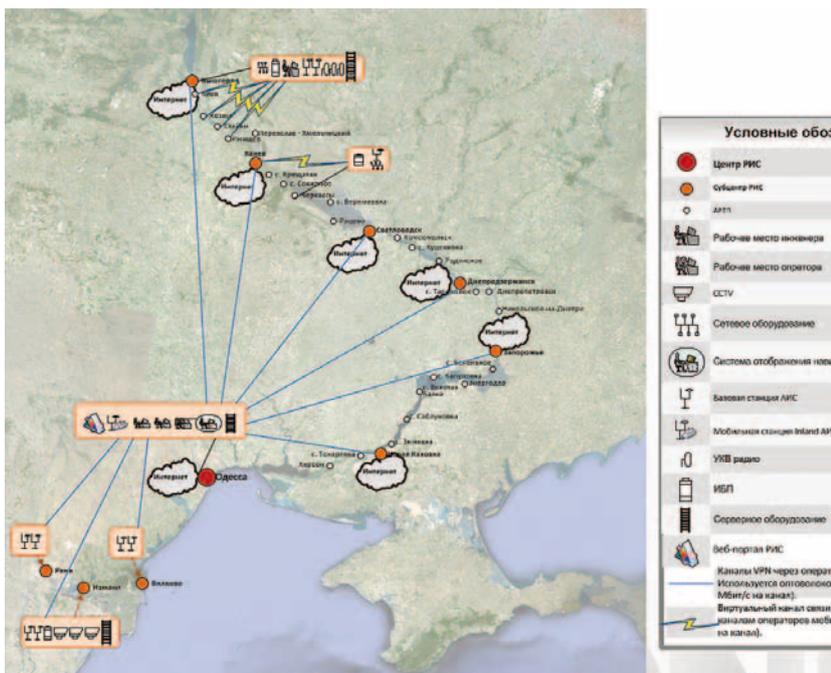


Рис. 3

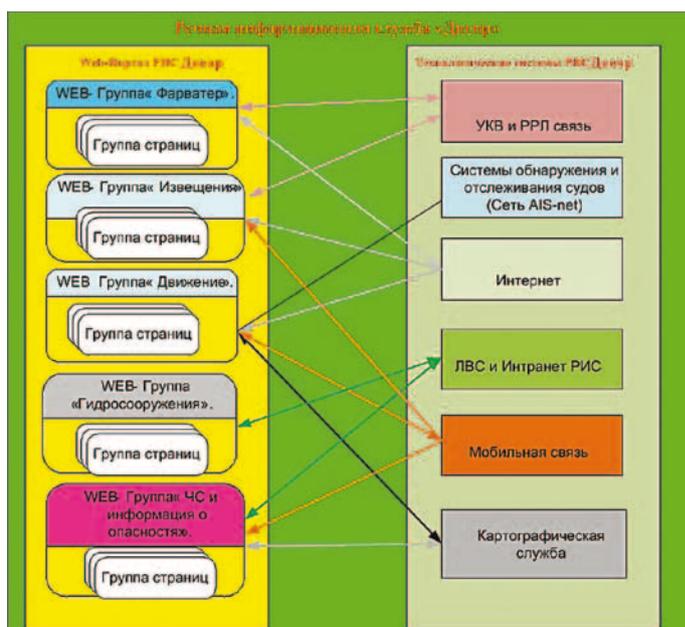


Рис. 4

Все объекты РИС должны управляться из его центра.

Службы РИС реализуются в виде наборов (групп) страниц Web-портала, доступных пользователям системы.

Web-группа «Фарватер» должна получать, обрабатывать и предоставлять заинтересованным пользователям информацию:

- о состоянии средств береговой и плавучей навигационной обстановки участка ВВП;
- о глубинах и габаритах судового хода;
- об имеющихся препятствиях на фарватере;
- об ограничениях под мостами и в шлюзах;
- о метеоусловиях на различных участках водного пути;
- о ледовых условиях на фарватере;
- обзорные электронные карты участков фарватера.

В РИС эта служба называется Службой информации о фарватере (СИФ) и имеет географические, гидрологические и административные данные, используемые судоводителями и операторами судов для планирования, выполнения и мониторинга рейса судна. СИФ обеспечивает динамическую и статическую информацию об использовании и статусе инфраструктуры водных путей, таким образом, СИФ способствует процессу принятия тактических и стратегических навигационных решений. СИФ передает одностороннюю информацию от берега на судно, основанную на ключевых технологиях РИС ECDIS для внутреннего судоходства и Извещениях судоводителям.

Основными поставщиками информации для Web-группы должны быть диспетчерские службы движения и соответствующие службы «Укрводпуть».

Так как судоходство на ВВП обеспечивает международные виды транспортировки, пользователи (и провайдеры услуг и приложений) получают выгоду от единого доступа к информации о фарватерах, используемых для международных рейсов.

В дальнейшем возможна реализация группы «Фарватер» как виртуальной части центрального европейского портала служб информации о фарватере для всей сети водных путей, выгода от которой признается пользователями отрасли.

Web-группа «Извещения» должна получать, обрабатывать и доставлять Извещения заинтересованным пользователям:

- об обстановке на фарватере (Информация из Web-группы фарватер);
- предупреждения о сложных метеоусловиях;
- сведения об уровнях воды;
- сведения о ледовой обстановке.

Работа группы должна соответствовать рекомендации №60 ЕЭК ООН. Этот стандарт содержит формат стандартизованных данных, который может быть использован для публикации Извещений судоводителям в Интернете или для рассылки электронной почтой, или в СМС. Содержимое сообщений кодируется в читаемом машиной файле XML. Таблицы стандарта составлены на 21 языке членов Европейского Союза и 3 дополнительных

языках, а именно: хорватском, сербском и русском. Стандарты гарантируют, что судоводитель сможет читать и понимать Извещения по всем основным европейским водным путям и способствовать, таким образом, безопасности судоходства. Кроме того, кодированная информация может использоваться непосредственно для вычислений, например, для планирования рейса или для перевода на язык пользователя, и выводится соответствующим образом на экран.

Web-группа «Движение» должна получать, обрабатывать и предоставлять заинтересованным пользователям тактическую и стратегическую информацию:

- о зарегистрированных рейсах на водном пути и формах регистрации рейсов;
- о возможности регистрации рейсов;
- об общей дислокации транспортного технического флота и лоцманских катеров;
- о готовности причалов и рейдов к приему судов;
- заявки агентов на места стоянки;
- о временах стоянки и причальных сборах;
- о лоцманских служб, включая лоцманские сборы;
- о судопотоках и грузопотоках в заданных интервалах времени через заданные створы и на заданных участках пути.

Регистрация рейсов происходит по заявкам агентов или судоводителей. Номера рейсов присваиваются централизованно соответствующей службой Web-группы.

Источником данных о текущей дислокации транспортного и технического флота являются система обнаружения и отслеживания судов на базе АИС (AIS-net) диспетчерские службы.

Web-группа «Гидросооружения» должна получать, обрабатывать и предоставлять заинтересованным пользователям информацию:

- о расписании работы и состоянии шлюзов, в том числе:
 - ✓ расписание работы шлюза;
 - ✓ о технических характеристиках;
 - ✓ об уровнях воды в нижнем/верхнем бьефах;
 - ✓ о количестве судов ожидающих шлюзования вверх/вниз;
 - ✓ о предполагаемом времени шлюзования;
 - ✓ об ограничениях/специальных режимах работы шлюза;
- о причалах, в том числе:
 - ✓ размерения и глубины у причала;
 - ✓ схемы швартовки;
 - ✓ типы грузов и возможность приема опасных грузов;
 - ✓ левый (правый) берег;
 - ✓ местоположение (км. пути, координаты);
- о мостах и переправах, в том числе:
 - ✓ схемы мостов;
 - ✓ расписания работы и ограничения;
 - ✓ сигнализация на мостах;
 - ✓ габариты судовых ходов в судоходных пролетах мостов;
 - ✓ порядок пропуска судов в мосты;
 - ✓ уровни воды на текущее время;
- о работе гидроэлектростанций, в том числе:
 - ✓ о местоположении;
 - ✓ о технических характеристиках;
 - ✓ об ограничениях для судоходства, связанных с работой ГЭС.

Основными поставщиками информации для Web-группы являются служба гидросооружений, диспетчерские службы движения, диспетчеры и вахтенные шлюзов, служба пути, служба ЭНК.

Web-группа «Информация об опасностях и чрезвычайных ситуациях» должна содержать Web-страницы с информацией:

- об опасных грузах на водном пути;
- сведения для правоохранительных органов;
- сведения для МЧС;
- сведения для иммиграционных служб и таможни.

Для правильного кризисного управления в случае аварии на водных путях властям нужны точная информация и данные о поврежденном судне и грузе (контейнерах) на борту, что будет способствовать повышению качества мер предупреждения аварий, аварийно-спасательных операций и безупречности и безопасности транспортировки по внутренним водным путям.

Капитаны судов будут обязаны подавать электронные сообщения в следующих случаях:

- прежде, чем войти в водный путь, на котором эти сообщения обязательны;
- прежде, чем начать движение по водному пути, на котором эти сообщения обязательны и (или);
- в случае изменения во время рейса данных, передаваемых электронным способом.

Службы Web-портала, показанные на рис 3, являются базовыми и в дальнейшем должны быть дополнены Службой управления движением и Службой информации для транспортной логистики.

Пользователями служб РИС могут быть самые различные группы: судоводители, операторы РИС (диспетчеры), операторы шлюзов/мостов, администрации водных путей, операторы терминалов, операторы аварийных центров, операторы судов, грузоотправители, грузополучатели, фрахтовые агенты и поставщики.

Важнейшее значение имеет создание, регулярное обновление и распространение электронных навигационных карт, так как они обеспечивают безопасность и эффективность навигации по сети ВВП.

В целом инфраструктурная информация в электронных картах европейских ВВП должна включать, по крайней мере, следующие сведения: о береговой линии (по среднему уровню воды) и конструкции береговой линии (волнорезы, дамбы продольного управления); об уровнях воды у шлюзов и дамб, о границах фарватеров; об отдельных опасных местах на фарватере ниже и выше уровня воды; о мостах, проводах воздушных линий и т.д.; о буях, бакенах, огнях, знаках; об осевых линиях водного пути с километровыми или гектометровыми отметками.

Таким образом, можно выделить первоочередные перспективные направления внедрения РИС на ВВП Украины:

1. Создание технической инфраструктуры средств связи и навигации как основы РИС
2. Развитие Картографической службы и оснащение Службы пути:
 - создание централизованного сервера данных картографических объектов;
 - развитие (модернизация) систем и средств создания электронных и бумажных карт;
 - приобретение современных промерных комплексов и программных средств;
 - реализация он-лайн доступа потребителей к картографической информации.
3. Создание первой очереди информационного портала РИС:
 - создание Web-сервисов службы информации о фарватере;
 - создание Web-сервисов службы Извещений судоводителям средствами Интернет;
 - организация получения потребителями Извещений судоводителям в режиме он-лайн доступа;
 - реализация доступа потребителей к информации о фарватере в режиме он-лайн.
4. Создание справочников унифицированной нормативно-справочной информации.
5. Развитие Служб движения (вторая очередь развития РИС), прежде всего создание, внедрение и освоение программ оптимизации работы шлюзов и планирования движения (транспортной логистики). ■

Такие перспективные системы охранной пожарной сигнализации и управления автоматическим включением средств пожаротушения, как комплексные системы пожарной безопасности (далее – КСПБ), базируются на следующих принципах их построения, комплектования и функционирования:

– адресность, позволяющая определить место возникновения нестандартной ситуации с точностью до каждого извещателя;

– априорность действия, позволяющая прогнозировать предожарную обстановку в охраняемом отсеке корабля по результатам контроля за параметрами воздушно-газовой среды в нем и эксплуатационными параметрами потенциально пожароопасных объектов, расположенных в этом отсеке;

– аналоговость оценки подконтрольных параметров, позволяющая контролировать их изменение в реальном времени во всем заданном диапазоне;

– комплексность выполняемых функций: 1) контроль за параметрами, 2) сигнализация о приближении (преодолении) к пороговому значению с передачей информации на центральный (групповой) прибор, центральное информационное табло; 3) автоматическое включение средств пожаротушения; 4) управление дымоудалением из охраняемых отсеков; 5) диспетчеризация получаемой информации и т.д.;

– стандартизация и унификация составных элементов и комплектующих изделий;

– устойчивость к помехам и воздействиям различной физической природы;

– удовлетворение требованиям надежности, метрологического обеспечения, эргономики, технологичности, экономичности, санитарии.

Типовыми функциями КСПБ являются следующие:

– контроль за параметрами, определяющими степень пожароопасности в охраняемых помещениях; комплексная обработка измерительной информации; выдача результирующего сигнала в качестве информационной поддержки оператора; автоматическое включение средств пожаротушения (при необходимости), как стационарных, так и модульных;

– управление в автоматическом режиме системой дымоудаления из охраняемых помещений (если она предусмотрена проектом);

– управление системой диспетчеризации и интегрированных систем передачи данных от удаленных извещателей на пульты наблюдения и отображения состояния системы;

– обеспечение взаимосвязи с комплексными системами управления техническими средствами (КСУТС) корабля.

Реализация указанных функций может быть представлена в виде взаимодействия совокупности блоков и устройств КСПБ, которые условно разделены на следующие группы:

– периферийные блоки, предназначенные для контроля состояния шлейфов пожарной сигнализации, контроля исправности устройств пожаротушения и дымоудаления, управления локальными средствами пожаротушения и дымоудаления, управления оповещением и технологическим оборудованием; контроля за процессом пожаротушения и дымоудаления;

– устройства обработки, индикации и отображения информации, которые предназначены для отображения текущего состояния системы, дистанционного управления работой периферийных блоков, а также для программирования необходимой конфигурации системы;

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОРАБЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И АВТОМАТИЧЕСКОГО ВКЛЮЧЕНИЯ СРЕДСТВ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

А.В. Третьяков, начальник отдела ЦКБ МТ «Рубин»,

В.А. Колесник, д-р техн. наук, проф.,

зам. генерального директора НПО «Севзапспецатоматика»,

В.Н. Круглиевский, д-р техн. наук, ст. науч. сотрудник 1 ЦНИИ МО РФ,
контакт. тел. 8 921 341 8771

– устройства силового управления, которые предназначены для управления электроприводами как по команде с периферийных блоков (дистанционное управление), так и со встроенных органов управления (местное управление).

Ядром системы является центральный прибор (ЦП), который предназначен для управления работой всех устройств, согласно установленной (запрограммированной) конфигурации системы, контроля их исправного состояния, обеспечения электропитанием и выдачи информации о происходящих событиях на принтер и в систему верхнего иерархического уровня судовой КСУТС, как систему централизованного сбора и обработки информации.

Все периферийные блоки подключаются к ЦП по двухпроводной гальванически развязанной линии связи петлевой структуры. Блоки устанавливаются в непосредственной близости от защищаемых объектов (помещений), от управляемых установок пожаротушения и дымоудаления. Напряжение питания 24 В на периферийные блоки подается с ЦП. В случае значительного удаления периферийных блоков от ЦП для их питания целесообразно использовать местные блоки резервного питания (БРП). Повышение надежности линий связи периферийных устройств с ЦП может быть достигнуто использованием размыкателей линии связи, которые предназначены для отключения короткозамкнутых участков.

Элементы обобщенной схемы КСПБ представляют собой комплекс аппаратно-измерительных средств, обеспечивающих решение всех типовых задач обнаружения, распознавания пожарной ситуации, принятия решения о включении средств пожаротушения и процесса тушения.

К ним относятся блоки:

- контроля пожарной опасности (БКПО);
- отображения состояния системы (БОСС);
- управления средствами пожаротушения (БУСП);
- принятия решений о включении средств пожаротушения (БПРСП);
- управления силовым оборудованием (БУСО);
- контроля работоспособности ресурсов системы пожаробезопасности (БКРПС);
- управления насосами (вентиляторами) и дымоудалением (БУН и Д).

Взаимосвязь выделенных элементов и блоков показана на рис. 1.

Основная задача информационного обеспечения КСПБ – контроль пожарной опасности для помещений корабля на основе решения задачи распознавания образов.

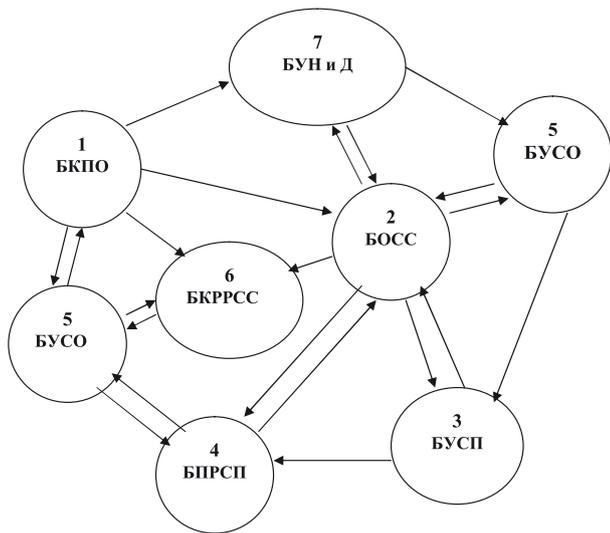


Рис. 1. Общая структура подсистем КСПБ

Задачу контроля пожарной опасности можно сформулировать следующим образом: имеется множество значений параметров $X = \{x_i\}$, $x_i \in N_i$, $i = 1, \dots, n$.

Требуется оценить степень опасности $z = f(X)$, $z \in N_o$, где N_i , N_o – некоторые фиксированные множества (например, множества действительных и/или целых чисел), а $f(X)$ – некоторая функция или процедура оценивания.

Значения параметров определяют по показаниям датчиков, по скорости изменения показаний, по оценке режимов работы технических средств, по оценке значений некоторых параметров по различным дискретным шкалам.

Общая оценка степени пожароопасности имеет при этом множество значений:

$$z = \{1, 2, 3, \dots, n\},$$

где, например, оценка 1 соответствует штатному режиму, 2 – пожарной опасности, 3 – скрытому возгоранию и т.п. (определяется из принятого представления о модели пожара).

Как показывает опыт, задать функцию $f(X)$ в явном виде можно лишь для простейших случаев, не представляющих практического интереса. Например, для наиболее простого случая полагаем линейную оценку

$$z = w_1 x_1 + \dots + w_n x_n,$$

где весовые коэффициенты w_1, \dots, w_n назначаются экспертами, исходя из важности вклада каждой частной оценки, или вычисляются методами статистической регрессии.

Существует целый ряд подобных процедур комплексирования общей оценки z : линейных, нелинейных, аддитивных, мультипликативных, детерминированных, стохастических и т.п. Каждая такая процедура имеет свои особенности (достоинства и недостатки). Учитывая, что эксперты решают подобные задачи значительно эффективней, так как не вычисляют оценки напрямую, а выставляют их, исходя из своего опыта, предлагается моделировать задачу контроля пожарной опасности в рамках современных представлений о распознавании образов.

Представим произвольный вектор $X = [x_1 \dots x_n]$ как образ, принадлежащий пространству признаков $\{X\}$. Тогда множество образов запишем в виде множества векторов, состоящего из k подмножеств (классов): $z_1 = \{X\}_1, \dots, z_k = \{X\}_k$.

При этом задача обучения сводится к разбиению пространства признаков на классы (классификации), а задача распознавания – к определению класса $z_j = \{X\}_j$ для произвольного вектора X , т.е. к определению соответствующей ему степени пожарной опасности.

Основная идея математического метода решения подобных задач предложена в [1] для распознавания произ-

вольных изображений в реальном масштабе времени. Применительно к оценке степени пожарной опасности она заключается в трактовке множества параметров (оценок) как матрицы, хранящей в распределенном виде некоторые сингулярные векторы. В режиме распознавания эти векторы ассоциативно сравниваются с сингулярными векторами эталонных оценок, которые предварительно формируются в режиме обучения.

Результатом сравнения являются некоторые суммарные расстояния между распознаваемыми и эталонными сингулярными векторами. Класс, для которого это расстояние минимально, и есть искомая оценка степени пожарной опасности.

Математическое обоснование метода приведено в [2] и базируется на существовании для произвольной матрицы A сингулярного разложения

$$A = s_1 X_1 Y_1' + \dots + s_r X_r Y_r',$$

где $s_1, s_2, \dots, s_r, \bar{0}$ – сингулярные числа; $'$ – символ транспонирования; X_p, Y_p – соответственно, левые и правые сингулярные векторы матрицы. При этом для любого $p = 1, \dots, r$ выполняются равенства

$$X_p' A = s_p Y_p', \quad A Y_p = s_p X_p,$$

т.е. матрица A переводит левый сингулярный вектор X_p в правый сингулярный вектор Y_p , и наоборот.

В таком контексте процедура распознавания сводится к оценке различия набора эталонов $A_j, j=1, \dots, k$ относительно матрицы текущих оценок A . Для этого в режиме обучения формируются эталонные матрицы и рассчитываются их сингулярные векторы, а в режиме распознавания определяются реакции этих векторов на входную матрицу.

Важное свойство сингулярного разложения – его устойчивость по отношению к малым возмущениям исходной матрицы. Использование этого свойства в предлагаемом методе позволяет обрабатывать неполную, нечеткую и даже противоречивую экспертную информацию.

Задача определения количества противопожарных датчиков заключается в охвате противопожарными датчиками максимально возможного объема помещений корабля при учете различных ограничений, например, на суммарную массу, стоимость, габариты датчиков и т.д. Подобная задача формализуется следующим образом: Пусть имеется $j=1, \dots, n$ типов датчиков. Обозначим символом x_j количество датчиков j -го типа, размещаемых на корабле. Обозначим символом c_j средний условный объем помещения, охватываемый одним датчиком j -го типа. Пусть также имеется $i=1, \dots, m$ видов ограничений на размещаемые датчики. Обозначим символом b_i суммарное ограничение i -го вида, а символом a_{ij} – значение соответствующего параметра для одного датчика j -го типа.

К примеру, набор параметров a_{11}, \dots, a_{1n} может определять массу одного датчика каждого типа; при этом параметр b_1 будет задавать максимально допустимую массу размещаемых противопожарных датчиков.

Таким образом, задача определения количества датчиков сводится к задаче максимизации линейной функции

$$L(X) = c_1 x_1 + \dots + c_n x_n$$

при линейных ограничениях на ее аргументы, задаваемых в виде

$$\begin{aligned} a_{11} x_1 + \dots + a_{1n} x_n &\leq b_1; \\ &\dots \\ a_{i1} x_1 + \dots + a_{in} x_n &\leq b_i; \\ &\dots \\ a_{m1} x_1 + \dots + a_{mn} x_n &\leq b_m; \\ x_i &\geq 0, \dots, x_n \geq 0. \end{aligned}$$

Кроме теоретических результатов, связанных с существованием и характером решений сформулированной выше задачи, большое значение имеет построение алгоритмов ее численного решения в рамках линейного программирования (ЛП), которое представляет собой часть общей теории линейных неравенств.

В задачах ЛП область допустимых значений искомых переменных, которая определяется ограничивающими неравенствами, представляет собой многогранник в n -мерном пространстве. При этом решение задачи находится на его границе и обычно является вершиной многогранника. Очевидно, что при отыскании решения можно проверить все вершины, так как их число конечно. Однако на практике размерность и количество вершин (определяемые количеством параметров и ограничений) слишком велико для прямого перебора, поэтому обычно используются методы целенаправленного поиска, которые находят решение значительно быстрее. Наиболее распространенный среди них – симплекс-метод, на каждой итерации которого значение целевой функции приближается к оптимальному, или, в худшем случае, не изменяется.

Однако в общем случае методы решения задач ЛП, в том числе и симплекс-метод, дают результаты в виде рациональных чисел. Но для рассматриваемой нами задачи определения количества противопожарных датчиков $X = [x_1 \dots x_n]$ все компоненты этого искомого вектора должны быть целыми числами. В такой постановке решение задачи усложняется, и она относится уже к классу задач линейного целочисленного программирования. Тем не менее для решения подобных задач также имеются достаточно эффективные методы [3].

Модель размещения датчиков в охраняемых помещениях формируется таким образом: Пусть в результате решения предыдущей задачи определены оптимальные количества x_j датчиков каждого типа $j = 1, \dots, n$. Предположим, что каким-либо образом предварительно определены также возможные места размещения датчиков, причем эти места разбиты по некоторым категориям $i = 1, \dots, m$ и символ d_i обозначает количество мест категории i . Пусть также задано некоторое среднее значение e_{ji} , характеризующее эффективность датчика j -го типа, установленного на место категории i . Требуется теперь задать назначение (размещение) y_{ji} датчика j -го типа на место i -й категории, где величина $y_{ji} = \{0, 1\}$ равна нулю или единице для любых j, i . При этом необходимо обеспечить максимальную суммарную эффективность всех датчиков

при ограничениях

$$y_{j1} + \dots + y_{jm} s x_j;$$

$$y_{i1} + \dots + y_{in} s d_i.$$

Как следует из [3], данная задача является разновидностью задачи линейного целочисленного программирования и для ее решения также существуют развитые алгоритмы.

Также можно сформулировать принципы расчета тепловых полей в корабельном помещении на рассматриваемых этапах развития пожароопасной обстановки. Тепловые поля, как и поля любого вида, относятся к классу пространственно распределенных физических систем. Теория подобных систем развита в рамках математической физики на базе дифференциальных уравнений в частных производных. Рассматривается поле в простейшем одномерном случае, при котором пространственно-временные параметры теплового поля описываются известным уравнением теплопроводности

$$T_t = k T_{xx},$$

где $T(x, t)$ – температура в точке x в момент t ; k – коэффициент теплопроводности, который обычно считается постоянным; $T_t = dT/dt$; $T_{xx} = d^2T/dx^2$.

Несмотря на то, что с виду это достаточно простое линейное дифференциальное уравнение в частных производных, его точное решение может быть записано лишь в виде бесконечной суммы трансцендентных функций [4]. Но уже простейшая модель процесса горения описывается более сложным нелинейным уравнением

$$T_t = k T_{xx} + q T - g T^3,$$

поскольку источник горения, как правило, нелинеен. В этом уравнении коэффициенты k, q, g для простоты принимаются постоянными, однако, для практики это слишком сильное допущение.

Подобные уравнения не могут быть решены аналитически. Их анализ обычно требует сочетания современных аналитических методов с большими сериями компьютерных расчетов. Более того, при наличии нескольких нетривиальных источников тепла и сложной нелинейной среды, определяемой оборудованием помещений корабля, решения этих уравнений становится делом, если и возможным в принципе, то практически почти бесполезным.

В связи с этим предлагается качественно иной подход к решению задач расчета тепловых полей в интересах перспективных систем контроля пожарной опасности. Сущность его заключается в том, что вместо традиционного составления и численного решения дифференциальных уравнений выполняется прямое имитационное моделирование процессов на базе клеточных автоматов (КА) [5, 6]. С точки зрения физики, КА – это модели, которые явным образом сводят сложные макроскопические явления к точно определенным и значительно более простым микроскопическим процессам. С математической точки зрения КА рассматриваются в настоящее время как один из разделов топологической динамики и являются дискретными динамическими системами, поведение которых полностью определяется в терминах локальных зависимостей. В значительной степени так же обстоит дело для большого класса непрерывных динамических систем, определенных уравнениями в частных производных. В этом смысле КА в информатике – аналог физического понятия «поля».

Таким образом, с помощью КА, в принципе, нетрудно осуществить прямое компьютерное моделирование различных процессов с локальными взаимодействиями – для этого нужно лишь подобрать соответствующий закон отображения, позволяющий по состояниям самого элемента (клетки) и его ближайших соседей находить состояние этого элемента в следующий (дискретный) момент времени. В частности, если выбрать отображение вида

$$u_j^{n+1} = u_j^n + \left(\frac{t^2}{h}\right) (u_{j+1}^n + u_{j-1}^n - 2u_j^n),$$

то такой клеточный автомат будет моделировать процесс теплопроводности.

Следует отметить, что приведенное отображение фактически эквивалентно разностной схеме численного решения ранее рассмотренного уравнения теплопроводности. Однако значительно более ценны КА, алгоритмы которых не сводятся к разностным схемам решения дифференциальных уравнений математической физики, а выполняют прямую имитацию исследуемых процессов. В рамках подобных КА, в частности, достаточно естественно реализуются многочисленные пространственные ограничения, характерные для задач контроля пожарной опасности.

Модели синтеза и визуализации пространственных схем основаны на следующем подходе. Компьютерное моделирование пространственных конфигураций помещений корабля, размещения в них различных объектов, оценка наличия и распространения в них тепловых полей от различных источников имеет прикладное значение для решения задач контроля пожарной опасности. Так, только такие модели способны наглядно отобразить результаты расчетов по ранее рассмотренным моделям и дать возможность экспертам быстро оценить эти результаты.

Наиболее подходящими средствами для такого моделирования являются специализированные компьютеры – так называемые рабочие станции, которые предназначены для проектирования изделий по технологиям CAD/CAM. При этом

аппаратная реализация основных операций трехмерной графики в сочетании с высокими техническими характеристиками аппаратуры позволяют визуализировать модели объектов и их движений с качеством, близким к реальному.

Однако подобные станции, распространенные за рубежом, имеют высокую стоимость, ориентированы на слишком широкий класс задач и не допускают программной модификации для включения их составной частью в состав какого-либо узкоспецифичного комплекса программно-инструментальных средств (корабельного бортового программного комплекса).

В связи с указанными обстоятельствами разработана специализированная методика моделирования пространственных конфигураций объектов и сцен, реализация которой на широко распространенных персональных компьютерах приводит к достаточно компактным и быстродействующим программам [5].

В процессе моделирования решаются две задачи:

- моделирование геометрии трехмерных объектов и сцен;
- отображение рассчитываемых физических характеристик.

Процесс компьютерного моделирования выполняется по определенному сценарию.

Поверхность каждого трехмерного объекта, входящего в сцену, конструируется из набора плоских выпуклых четырехугольников (площадок) произвольного размера и формы. Пусть в некоторой системе координат, связанной с объектом, X_{ij}, Y_{ij}, Z_{ij} , являются координатами j -го угла i -й площадки, где $j = 1, 2, 3, 4; i = 1, \dots, n$; n – общее количество площадок объекта.

Тогда геометрической моделью объекта является файл вида

$$X_{11} Y_{11} Z_{11} \dots X_{14} Y_{14} Z_{14} X_{21} Y_{21} Z_{21} \dots X_{n4} Y_{n4} Z_{n4}.$$

Физически каждая площадка считается однородной. С учетом ее размеров, ориентации в пространстве, материала покрытия, а также положения источников тепла, состояния среды и т.п. для каждой площадки рассчитывается число T_i , характеризующее ее температуру.

Рассчитанные числа T_1, \dots, T_n добавляются в файл геометрической модели, после чего она визуализируется на дисплее с учетом ракурса наблюдения.

Очевидно, что центральной компонентой моделирования, определяющей его эффективность и быстродействие, является система синтеза и визуализации геометрии трехмерных объектов и сцен (ССС).

Рассмотрим реализацию этой системы. СССР предназначена для моделирования трехмерных сцен, формируемых из набора стандартных фигур: четырехугольника, четырехгранника, конуса, сферы, окружности и т.д. Этот набор открытый, т.е. пользователь может формировать и добавлять к нему свои стандартные фигуры.

Любая стандартная фигура (СФ) образуется набором четырехугольников, цвет которых задается целым числом, а размер варьируется таким образом, чтобы приблизить поверхность из четырехугольников к ее геометрическому образу с необходимой степенью точности. Эта процедура выполняется автоматически с записью в файл координат углов каждого четырехугольника, составляющего поверхность СФ.

При визуализации задается точка наблюдения, с которой необходимо посмотреть на фигуру, и считывается из файла данных координаты четырехугольников и их цвет. Далее четырехугольники проецируются на плоскость, проходящую через начало координат и перпендикулярную прямой, соединяющей точку наблюдения с началом координат. Проблемы пересечения поверхностей и удаления невидимых линий решаются при этом посредством модификации известного в вычислительной геометрии метода заметающей плоскости.

Для синтеза некоторого объекта или сцены выполняются следующие действия.

Формируется файл данных СФ в связанной с ней системе координат. Далее выполняется поочередное взаимное перемещение созданных СФ и объединение их в логическую сборку. Затем создается необходимое количествоборок, которые также поочередно ориентируются друг относительно друга с целью создания единого объекта. Подобным образом синтезируются другие объекты и размещаются друг относительно друга, образуя трехмерную сцену в некоторой базовой системе координат. Можно визуализировать выборочно сформированные как отдельные, так и групповые СФ объектов,борок, а также всю трехмерную сцену с любой внешней точки наблюдения.

Таким образом, рассматриваемая СССР предназначена для быстрого конструирования и визуализации трехмерных объектов и сцен (комплексов объектов) на персональных компьютерах.

Система предоставляет пользователю возможности:

1. Синтезировать объекты из имеющегося набора стандартных фигур (сфера, цилиндр, конус и др.), который, при желании, может быть расширен.
2. Модифицировать и компоновать ранее созданные объекты.
3. Визуализировать сцены с любого ракурса наблюдения.
4. Визуализировать динамику перемещения сцены и/или наблюдателя.

5. Генерировать «отделяемый продукт», т.е. выполнять пункты 3, 4 отдельной независимой от системы программой, к которой можно обратиться из любой программы пользователя.

Принципы, заложенные в СССР, позволяют реализовать ее в следующих направлениях:

1. Получать изображение синтезированной трехмерной сцены не только с любой внешней точки наблюдения, но и из точки, находящейся внутри сцены (объекта).
2. Добавлять в систему возможность представления объектов с помощью трехмерных В-сплайнов для более естественного моделирования криволинейных поверхностей, в особенности, тепловых и дымовых полей.
3. По моделируемым внешней программой параметрам распространения теплового поля получать последовательно его изображения в определенные моменты времени, наблюдая за полем с любой внешней или внутренней, возможно движущейся, точки.
4. Разрабатывать также язык описания сцены, т.е. вместо файлов данных стандартных фигур выполнять манипуляции с их именами и атрибутами.
5. Разрабатывать средства автоматической интерпретации сцен и ситуаций, связанных с распространением тепловых полей.

Фактически п. 4 и п. 5 определяют пути создания на основе разработанных моделей специализированной базы знаний для автоматизации решения задач контроля пожарной опасности.

При формировании автоматизированной системы контроля пожарной опасности (АС КПО) необходимо учесть, что она представляет собой систему «человек–машина». Каждый член экипажа – составная часть этой системы, действия его определены в корабельных расписаниях по борьбе за живучесть. Причиной многих пожаров становятся ошибки экипажа при управлении или обслуживании корабельных технических средств, оборудования, средств пожаротушения.

Очевидно, что в зависимости от назначения корабля, его водоизмещения, каких-либо других соображений степень автоматизации функций персонала в АС КПО будет различна. Могут отличаться и отдельные элементы системы, но структура потоков информации в АС КПО, определяемая принятой организацией процесса ведения борьбы за живучесть (БЖ), останется неизменной: сбор первичной информации, передача ее в руководящий центр (ПЭЖ), обра-

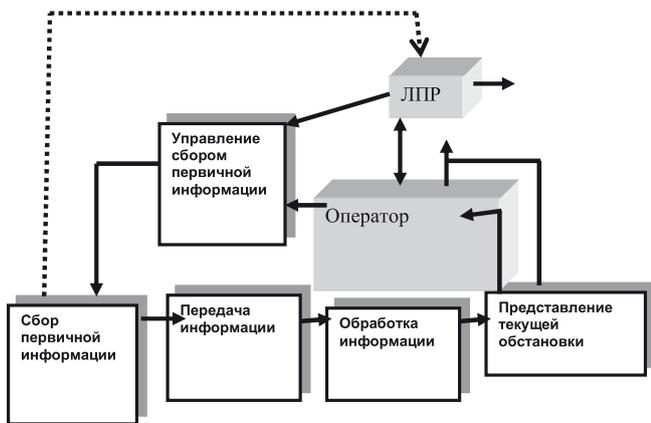


Рис. 2. Основные потоки информации в АС КПО

ботка информации и наглядное представление текущей обстановки оператору и руководителю – лицу, принимающему решение (ЛПР).

На рис. 2 представлены основные потоки информации в АСК ПО. Обмен информацией между ее первичными источниками, которыми, с одной стороны, могут быть датчики, сигнализаторы, управляемые технические средства сбора информации (например, ТВ-камеры), экипаж судна, а с другой – посты контроля пожароопасной обстановки, на которых находятся операторы системы и руководитель (ЛПР), осуществляется подсистемой связи. Основными требованиями к ней являются: высокая надежность и оперативность передачи информации, отсутствие потерь и искаженной первичной информации.

Таким образом, разработка средств информационного обеспечения личного состава корабля при решении вопро-

сов его пожаробезопасности на основе методов системного анализа в сочетании с оптимизацией технического обеспечения КСПБ позволяет повысить результативность борьбы за живучесть корабля.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Круглеевский В.Н.* Пути решения проблемы автоматизации контроля пожарной опасности в судовых помещениях // Судостроение. – 2003. – № 4.
2. *Колесник В.А., Макшанов А.К., Мусаев А.А.* Исследование методов построения алгоритмов диагностирования и прогнозирования состояния СЭУ и систем: Обзоры судовой техники. – Л.: ЦНИИ «Румб», 1990.
3. *Лазарев Н.А.* Информация и безопасность. – М.: Изд. МГЦ НТИ, 1997. – 334 с.
4. *Макшанов А.В., Яковлев В.А.* Методы распознавания сложных систем и их состояний. – Л.: Воениздат, 1988.
5. *Солонько В.А., Круглеевский В.Н., Колесник В.А.* Процесс контроля пожарной опасности в корабельных помещениях, как задача распознавания образов // Морской вестник. – 2006. – № 3.
6. *Круглеевский В.Н.* Перспективы развития корабельных систем пожарной сигнализации: системный анализ при создании и применении кораблей, вооружения и военной техники // Темат. сб. – СПб., Моринтекс, 2003. – Вып. 14.
7. *Моисеев Н.Н.* Математические задачи системного анализа. – М.: Наука, 1981.
8. *Николаев В.И., Серебрянская Л.Л.* Теория систем и системотехника. – СПб.: Изд. СЗПИ, 1991.
9. *Поспелов Г.С.* Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии. – М.: Наука, 1988. ■

Как известно, проблема аварийности и ее предупреждения остро стоит перед всеми флотами мира. Так, за полвека эксплуатации АПЛ СССР и РФ произошли пять катастроф и десятки других видов происшествий с кораблями и судами. Анализ научно-технической литературы показывает, что аналогичная картина имеет место и на АПЛ иностранных ВМС [1].

На решение этой задачи направлялись и направляются огромные ресурсы. Однако задача остается далекой от решения. Как правило, это происходит еще и потому, что при анализе аварийных происшествий и при разработке рекомендаций по их предупреждению в недостаточной степени используется математика. Рекомендации по предупреждению аварийности носят по большей части качественный характер и подкреплены расчетом. Практически отсутствуют методы формализованного описания и математического моделирования аварийного происшествия как сложного случайного события, имеющего вероятностную природу. Это побуждает к разработке метода математического моделирования и инженерной экспертизы аварийных происшествий, математических моделей типовых происшествий, позволяющих рассчитывать вероятности возникновения аварий, анализировать значимость инициирующих событий (ИС) и факторов, влияющих на протекание аварии, разрабатывать обоснованные рекомендации по предупреждению аварийности.

В основе данного метода лежит событийно-логический подход (СЛП). Сущность СЛП состоит в представлении сложного непрерывного процесса аварии в виде большого числа элементарных случайных событий, сложным образом взаимодействующих между собой и сливающихся в одно со-

О МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ АВАРИЙНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

Н.Я. Щербина, канд. техн. наук, доцент, ст. науч. сотрудник ВМИИ, контакт. тел. (812) 494 0151

бытие – недопущение или допущение неблагоприятного конечного состояния (КС) или, другими словами, в рассмотрении аварийного происшествия в виде некоторой траектории состояний исследуемой системы (корабля), между которыми она переходит в процессе аварии.

Данный подход широко применяется при исследовании надежности, живучести и безопасности сложных организационно-технических систем (СОТС) и лежит в основе современных логико-вероятностных методов анализа этих свойств СОТС. При этом математическая модель происшествия строится в несколько этапов. Вначале разрабатывается вербальная (словесная) модель, затем она формализуется с помощью графа того или иного вида, например, в виде дерева событий (ДС), дерева отказов (ДО) или схемы функциональной целостности (СФЦ). Графическая модель строится на мониторе ЭВМ, а затем преобразуется компьютером вначале в функцию алгебры логики, а затем в расчетный вероятностный многочлен, с помощью которого вычисляются все требуемые вероятностные характеристики происшествия. При графическом моделировании происшествий наиболее приемлем аппарат СФЦ. Исчерпывающие сведения

об этом аппарате приведены в работе [2]. Поэтому здесь нет необходимости на нем останавливаться. Для дальнейшего же моделирования может использоваться как программный комплекс АРБИТР (руководитель разработки – А.С. Можжев), так и программный комплекс БАРС (руководитель разработки – Г.А. Ершов) [3].

При использовании предлагаемого метода происшествие моделируется в следующей последовательности [4]:

1. Выделение множества возможных ИС, могущих привести к нежелательному конечному состоянию корабля (возгорание в отсеке, поступление забортной воды внутрь прочного корпуса, разгерметизация системы ВВД и т.д.). Определение вероятности возникновения данных ИС.

2. Определение множества дополнительных условий, которые при наличии ИС данного вида могут способствовать развитию происшествия в нежелательном направлении (повышенная концентрация кислорода, не герметичны переборки и т.п.).

3. Определение множества технических средств (систем) корабля, либо непосредственно предназначенных для борьбы с происшествием данного вида, либо могущих использоваться для этих целей (системы пожаротушения, использование ВВД для создания противодавления и т.д.). Сбор данных о надежности оборудования (на основе статистических данных по опыту эксплуатации кораблей).

4. Определение множества организационно-технических мероприятий, действий личного состава, направленных на обнаружение, оповещение, локализацию и борьбу с происшествием.

5. Определение взаимосвязей вышеназванных элементов, обеспечивающих успешную борьбу с аварийным происшествием на всех ее стадиях.

6. Построение графической модели безаварийного функционирования системы при данном ИС (нескольких ИС) с помощью аппарата структурно-логической модели (СФЦ).

7. Автоматизированное построение логической (в минимальной дизъюнктивной нормальной форме – ДНФ) и вероятностной модели (в ортогональной ДНФ).

8. Расчет системных и элементных вероятностных характеристик – вероятности успешного исхода борьбы с аварийным происшествием, вероятностей неблагоприятных конечных состояний, относительной важности оборудования и т.д.

9. Анализ полученных результатов, корректура (при необходимости) исходных данных и графической модели, производство многовариантных расчетов.

Очень важным условием, во многом способствующим качественному анализу, является разработка полного множества событий аварии. Так, например, для аварийных происшествий, связанных с возгораниями, это множество включает следующие основные группы событий:

1) соответствующих наличию (отсутствию) источников пожара: горючее, окислитель, источник огня. Очевидно, что пожар не произойдет, если отсутствуют эти компоненты;

2) отражающих функционирование средств обнаружения возгорания (пожара): визуальные, ручные, автоматические. При своевременном обнаружении пожар может быть ликвидирован в зародыше;

3) соответствующих функционированию средств локализации аварии: пассивные и активные. Своевременная локализация может предотвратить рост пожара до недопустимых размеров;

4) отражающих функционирование Главного командного пункта (ГКП), командных пунктов (КП) и всего личного состава при борьбе с пожаром, обеспечивающие его тушение.

К *событиям первой группы*, при отсутствии которых пожар либо не возникнет, либо не сможет развиваться, следует отнести, например, отсутствие:

1) искрения в пускорегулирующей аппаратуре;

2) искрения при работе источников электроэнергии (АБ, ДГ, ТГ, ВПП и т.д.);

3) масляной пленки на оборудовании отсека;

4) выделения водорода в отсек;

5) электрических сетей, источников и потребителей электроэнергии со сниженным сопротивлением изоляции и т.д.

К *событиям второй группы* следует отнести наличие и исправность средств:

1) идентификации возгорания (комплекс телевизионный, средства связи и др.);

2) обнаружения возгорания по наличию пламени;

3) обнаружения возгорания по наличию дыма и т.д.

К *событиям третьей группы* отнесем герметизацию:

1) аварийного отсека по межотсечным переборкам;

2) отсека по общекорабельным системам;

3) по помещениям, выгородкам, платформам, шахтам, контейнерам и пр. и т.д.

К *событиям четвертой группы* отнесем реализацию:

1) обязательных первичных действий ГКП при возникновении пожара;

2) действий личного состава аварийного отсека при пожаре;

3) реализацию действий личного состава в неаварийных отсеках и т.д.

Суть предлагаемого подхода можно представить на примере аварийного происшествия, связанного с возможностью взрыва водорода в аккумуляторной яме подводной лодки, рассмотренного профессором И.А.Рябининым в работах [2, 5].

Источником опасности является водород, выделяющийся при работе аккумуляторной батареи (АБ) и образующий при определенной концентрации в соединении с кислородом воздуха «гремучую смесь». Необходимое условие взрыва – наличие очага воспламенения (искрения, открытого пламени и т.п.). Безопасность АБ обеспечивается в основном системой ее вентиляции, включающей в свой состав вентиляторы (основной и резервный), печь дожига водорода, газоанализаторы (стационарный и переносной), систему автоматического управления, систему дистанционного управления. Принципиальная схема системы вентиляции АБ представлена на рис. 1. В случае возникновения взрыва личный состав ведет борьбу за живучесть, включающую доклад об аварии, ее локализацию, борьбу с пожаром и т.д.

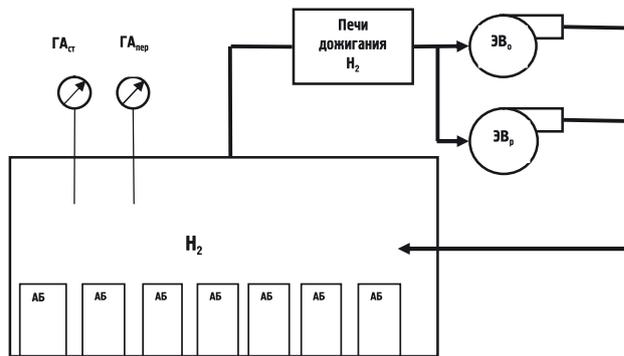


Рис. 1. Принципиальная схема системы вентиляции АБ

В работе [5] аварийное происшествие моделировалось с помощью дерева отказов. Автор несколько усовершенствовал это дерево, включив в него ряд дополнительных элементов, (рис. 2). Как следует из рисунка, ДО включает 21 базисное событие, каждое из которых влияет на ход развития аварии и может привести к рассматриваемому КС:

1. отказ стационарного ГА;

2. отказ переносного ГА;

3. личный состав не пустил вентилятор дистанционно;

4. неисправна автоматика запуска вентилятора по сигналу ГА;

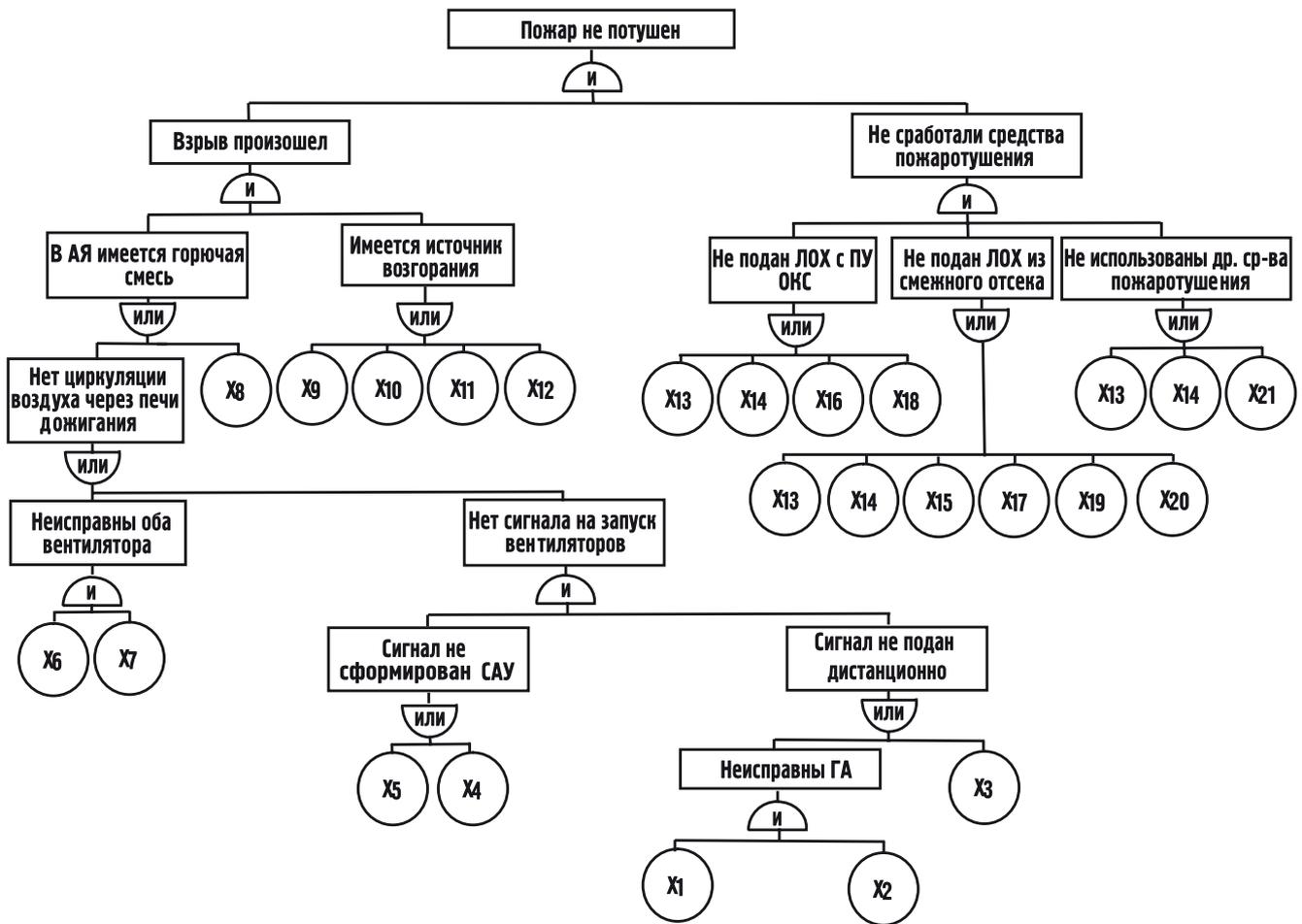


Рис. 2. Дерево опасного состояния АБ

5. неисправна цепь ручного пуска;
6. неисправен основной вентилятор;
7. неисправен резервный вентилятор;
8. неисправны печи дожигания водорода;
9. искрение на клеммах контрольных АБ;
10. нагрев соединительных элементов;
11. искрение при работе вентиляторов;
12. курение личного состава в АЯ;
13. отсутствует информация о взрыве водорода;
14. командир БЧ-5 не дал команду на тушение пожара;
15. неисправна связь между ЦП и отсеком, смежным с аварийным;
16. командир группы неправильно выполнил команду;
17. командир смежного отсека неправильно понял приказание ЦП и отдал неправильное приказание матросу;
18. неисправен пульт ОКС и система ЛОХ в целом;
19. матрос неправильно выполнил команду;
20. неисправна система ЛОХ смежного отсека;
21. отказ других средств пожаротушения.

Функция опасного состояния (ФОС) АБ, представляющая собой полное множество КПОФ (кратчайших путей опасного функционирования), насчитывает 280 конъюнкций, т.е. 280 минимальных наборов условий, абсолютно необходимых для перехода АБ в опасное состояние. Фрагмент данной функции выглядит следующим образом:

$$Y_c = \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_{12} \cdot \bar{x}_{13} \cdot V \cdot \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_{12} \cdot \bar{x}_{13} \cdot V \cdot \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 \cdot \bar{x}_{12} \cdot \bar{x}_{13} \cdot V \cdot \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_5 \cdot \bar{x}_{12} \cdot \bar{x}_{13} \cdot V \cdot \bar{x}_4 \cdot \bar{x}_5 \cdot \bar{x}_{12} \cdot \bar{x}_{13} \cdot V \cdot \bar{x}_6 \cdot \bar{x}_7 \cdot \bar{x}_{12} \cdot \bar{x}_{13} \cdot V \cdot \bar{x}_8 \cdot \bar{x}_{12} \cdot \bar{x}_{13} \cdot V \cdot \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_{11} \cdot \bar{x}_{13} \cdot V \cdot \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_{11} \cdot \bar{x}_{13} \cdot V \cdot \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 \cdot \bar{x}_{11} \cdot \bar{x}_{13} \cdot V \cdot \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_5 \cdot \bar{x}_{11} \cdot \bar{x}_{15} \cdot \bar{x}_{16} \cdot \bar{x}_{21} \cdot V \cdot \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 \cdot \bar{x}_{11} \cdot \bar{x}_{15} \cdot \bar{x}_{16} \cdot \bar{x}_{21} \cdot V \cdot \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_5 \cdot \bar{x}_{11} \cdot \bar{x}_{15} \cdot \bar{x}_{16} \cdot \bar{x}_{21} \cdot V \cdot \bar{x}_4 \cdot \bar{x}_5 \cdot \bar{x}_{11} \cdot \bar{x}_{15} \cdot \bar{x}_{16} \cdot \bar{x}_{21} \cdot V \cdot \bar{x}_6 \cdot \bar{x}_7 \cdot \bar{x}_{11} \cdot \bar{x}_{15} \cdot \bar{x}_{16} \cdot \bar{x}_{21} \cdot V \cdot \bar{x}_8 \cdot \bar{x}_{11} \cdot \bar{x}_{15} \cdot \bar{x}_{16} \cdot \bar{x}_{21} \cdot V \cdot \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_{10} \cdot \bar{x}_{15} \cdot \bar{x}_{16} \cdot \bar{x}_{21} \cdot V \cdot \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_{10} \cdot \bar{x}_{15} \cdot \bar{x}_{16} \cdot \bar{x}_{21} \cdot V \cdot \bar{x}_4 \cdot \bar{x}_5 \cdot \bar{x}_{10} \cdot \bar{x}_{15} \cdot \bar{x}_{16} \cdot \bar{x}_{21} \cdot V \cdot \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_5 \cdot \bar{x}_{10} \cdot \bar{x}_{15} \cdot \bar{x}_{16} \cdot \bar{x}_{21} \cdot V \cdot \bar{x}_3 \cdot \bar{x}_4 \cdot \bar{x}_{10} \cdot \bar{x}_{15} \cdot \bar{x}_{16} \cdot \bar{x}_{21} \cdot V \cdot \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_5 \cdot \bar{x}_{10} \cdot \bar{x}_{15} \cdot \bar{x}_{16} \cdot \bar{x}_{21} \cdot V \cdot \bar{x}_4 \cdot \bar{x}_5 \cdot \bar{x}_{10} \cdot \bar{x}_{15} \cdot \bar{x}_{16} \cdot \bar{x}_{21} \cdot V \cdot \bar{x}_6 \cdot \bar{x}_7 \cdot \bar{x}_{10} \cdot \bar{x}_{15} \cdot \bar{x}_{16} \cdot \bar{x}_{21} \cdot V \cdot \bar{x}_8 \cdot \bar{x}_{10} \cdot \bar{x}_{15} \cdot \bar{x}_{16} \cdot \bar{x}_{21} \cdot V \cdot \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot \bar{x}_9 \cdot \bar{x}_{15}$$

Приняв, что вероятность успешного выполнения своих функций элементами ДО $P_i = 0,95$, а вероятность невыполнения функций $Q_i = 0,05$, получим следующее значение вероятности события «Пожар в АЯ»: $Q_c = 0,001158$.

Как следует из рассмотренного примера, дерево отказов даже для простого примера довольно громоздко. Кроме того, как известно, методу ДО присущ ряд принципиальных недостатков:

- использование для построения графической модели СОТС одной из самых примитивных разновидностей графов, значительно уступающих возможностям графов связности, а тем более схемам функциональной целостности (СФЦ);
- практическая невозможность построения динамических моделей;
- необходимость построения ДО для каждого отдельного ИС;
- ориентированность ДО на обратную логику, что затрудняет его разработку.

Указанные недостатки снижают возможность использования метода ДО при моделировании аварийных происшествий и ограничивают область его применения кругом задач малой размерности.

По мнению автора, более хороших результатов позволяет добиться использование при моделировании аварийных происшествий СФЦ. Главное достоинство СФЦ при этом – ориентация графической модели на безаварийный исход, а не на аварию. Это значительно упрощает сам процесс разработки графической модели, резко снижает возможность ошибок, уменьшает размеры модели.

Рассмотренная выше модель ситуации с взрывом водорода в АЯ, представленная с помощью изобразительных средств СФЦ, выглядит так, как показано на рис. 3.

В качестве элементарных событий использованы базисные события, использованные при построении ДО, но в

Характеристики элементов системы

Номер элемента	Параметр элемента	Значимость элемента	Вклад	
			положительный	отрицательный
1	0.950000	-2.380576e-03	2.261547e-03	-1.190288e-04
2	0.950000	-7.798440e-04	7.408518e-04	-3.899220e-05
3	0.950000	-1.559688e-03	1.481704e-03	-7.798440e-05
4	0.950000	-1.600732e-03	1.520696e-03	-8.003662e-05
5	0.950000	-1.559688e-03	1.481704e-03	-7.798440e-05
6	0.950000	-8.560693e-04	8.132658e-04	-4.280347e-05
7	0.950000	-8.560693e-04	8.132658e-04	-4.280347e-05
8	0.950000	-1.797746e-02	1.707858e-02	-8.988728e-04
9	0.950000	-5.354462e-03	5.086739e-03	-2.677231e-04
10	0.950000	-5.354462e-03	5.086739e-03	-2.677231e-04
11	0.950000	-5.354462e-03	5.086739e-03	-2.677231e-04
12	0.950000	-5.354462e-03	5.086739e-03	-2.677231e-04
13	0.950000	-1.118357e-02	1.062439e-02	-5.591783e-04
14	0.950000	-1.118357e-02	1.062439e-02	-5.591783e-04
15	0.950000	-4.444698e-05	4.222463e-05	-2.222349e-06
16	0.950000	-9.369571e-05	8.901093e-05	-4.684786e-06
17	0.950000	-4.444698e-05	4.222463e-05	-2.222349e-06
18	0.950000	-9.369571e-05	8.901093e-05	-4.684786e-06
19	0.950000	-4.444698e-05	4.222463e-05	-2.222349e-06
20	0.950000	-4.444698e-05	4.222463e-05	-2.222349e-06
21	0.950000	-1.923228e-04	1.827066e-04	-9.616139e-06

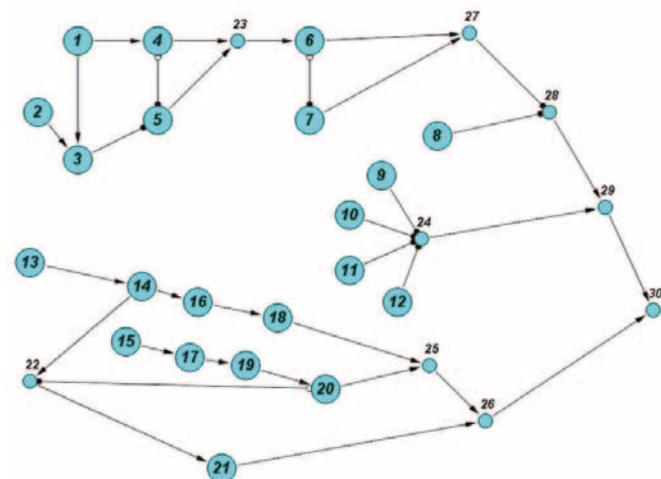


Рис. 3. Структурно-логическая модель (СФЦ) безопасности АБ

По мнению автора, аппарат СФЦ обладает следующими преимуществами по сравнению с методом ДО:

Во-первых, как следует из рис. 2 и 3, аппарат СФЦ позволяет строить значительно более компактные модели:

– дерево отказов включает 105 элементов (25 базисных событий, 14 логических операторов, 14 промежуточных событий, 52 ребра);

– СФЦ состоит из 65 элементов (21 функциональной вершины, 9 фиктивных вершин, 35 ребер).

Во-вторых, эксперту значительно проще отобразить то, как должна работать система в соответствии с ее назначением, инструкцией по эксплуатации. К тому же число возможных способов успешного функционирования СОТС невелико. И, наоборот, число возможных путей развития аварии в общем случае равно 2^n (n – число элементов системы). Количество этих путей каждым экспертом уменьшается на основе собственных умозаключений, не совпадающих, как правило, с выводами других экспертов, что снижает достоверность модели и степень доверия к ней. Даже после согласования ДО различных экспертов вероятность ошибок достаточно велика.

Все это, а также значительно более широкие изобразительные возможности СФЦ предопределяют выбор для моделирования происшествий именно данного метода.

Как известно, аппарат СФЦ используется в программных комплексах АРБИТР [2] и БАРС [4]. Эти комплексы позволяют рассчитывать не только системные характеристики, но и характеристики относительной важности элементарных событий, имеющих место при возникновении и развитии аварии (табл. 1).

Из табл. 1 следует, что наиболее значимыми событиями являются:

№8 – исправность печи дожигания; №13 – поступление информации об аварии; №14 – правильные команды ВИМ (командира БЧ-5); №9,10,11,12 – отсутствие источника возгорания; №1 – исправность стационарного газоанализатора.

Расчет характеристик значимости и вкладов позволяет не только выявлять наиболее вероятные причины аварийных происшествий, но и повышать качество разрабатываемых рекомендаций по борьбе с аварийными происшествиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров С.А. Состояние и перспективы развития корабельных ЯЭУ иностранных флотов. – СПб.: Судостроение, 2009, 328 с.
2. Рябинин И.А., Можжаев А.С., Свирин С.К., Поленин В.И. Технология автоматизированного моделирования структурно-сложных систем // Морская радиоэлектроника. – 2007. – № 3. – С. 58–63; № 4. – С. 54–59; 2008. – № 1. – С. 60–63, №2. – С. 52–55.
3. Ершов Г.А., Ермакович Ю.Л., Козлов М.А., Парфентьев М.А. Программный комплекс БАРС для вероятностного анализа безопасности АЭС // Тяжелое машиностроение. – 2008. – № 1. – С. 2–5.
4. Шербина Н.Я. Причинно-следственные связи аварийного происшествия // Обеспечение живучести кораблей и судов: Мат-лы науч.-практ. конф., посвященной 100-летию науки о живучести кораблей и судов. – СПб.: Изд. ВМА им. Н.Г. Кузнецова, 1995.
5. Рябинин И.А. Надежность, живучесть и безопасность кораблей // Морской сборник. – 1987. – №8. – С.62–64. ■

В соответствии с практикой международного торгового мореплавания исторически сложились пути движения кораблей и судов между наиболее важными портами мира, которые в существенной мере определялись физико-географическими, навигационно-гидрографическими и гидрометеорологическими условиями [5].

Развитие мореплавания в условиях глобализации мировой экономики, рост грузооборота, увеличение размеров и скоростей судов привели к необходимости регламентации движения судов в море. Все это потребовало реализации ряда дополнительных мер и привело к созданию международного органа, ответственного за введение и одобрение мер по определению путей движения морских объектов, разработку способов и установление критериев их проектирования – Международной морской организации (ИМО).

Повышение современных требований к безопасности плавания судов в условиях возрастания интенсивности современного судоходства и увеличения транспортировки опасных грузов вызвало необходимость переоценки подхода к обеспечению безопасности мореплавания одиночного судна к обеспечению безопасности пути движения многих судов. Эта переоценка привела к созданию системы управления движением судов (СУДС) с целью обеспечения регулирования судопотоков, повышения безопасности плавания и оказания помощи судоводителям при плавании в сложных условиях.

Для обеспечения экономической деятельности в современных условиях периодически возникает необходимость разработки новых путей движения, что является достаточно сложной методической задачей. Сложность ее решения усугубляется тем, что существуют и развиваются требования лишь к процессам планирования маршрута перехода отдельного судна (с учетом существующих путей движения) и усиливается автоматизация этого процесса.

В 1997 г. ИМО одобрило временное Руководство по применению формализованной оценки безопасности (ФОБ). Оно предписывает необходимость использования системного подхода к оценке риска, поиску альтернативных решений между экономической выгодой и уровнем риска, для чего предлагается учитывать:

- идентификацию опасностей;
- анализ риска;
- способы управления риском;
- оценки эффективности при принятии способов управления риском;
- рекомендации по принятию решений.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ НАВИГАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЛАВАНИЯ СУДОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

*С.Б. Курсин, канд. техн. наук, зам. генерального директора,
А.А. Лобанов, ст. науч. сотрудник,
ОАО «ГНИНГИ»,
контакт. тел. (812) 322 2351*

Однако применение такого подхода в полном объеме к разработке современных путей движения нецелесообразно, так как он направлен на оценку безопасности лишь одиночного судна [7]. А пути движения судов – сложная система «человек–машина». Пути движения состоят из совокупности множества элементов, взаимосвязанных и взаимодействующих между собой, имеющих общие цели функционирования и выступающих по отношению к общемировому судопотоку как целое. Этими элементами являются:

- корабли и суда (представляющие в свою очередь сложную систему «человек–машина»);
- система навигационно-гидрографического и гидрометеорологического обеспечения (НГО и ГМО);
- система сложившихся судовых потоков;
- система навигационного оборудования;
- всемирная система навигационных предупреждений;
- система управления движением судов;
- система подходных путей и фарватеров;
- портовая инфраструктура.

Одним из основных свойств путей движения как сложной системы является ее целостность, но она не сводится к простой сумме свойств ее составляющих. Исключение одной из входящих систем может привести к нарушению безопасного функционирования всей сложной системы.

Современным путям движения присущи черты сложной организационно-технической системы, такие как:

- большое число подсистем;
- наличие общей цели, которой подчинены задачи функционирования каждой из подсистем;

– интенсивный поток управляющей информации;

- функционирование в условиях воздействия случайных факторов;
- большая зависимость от негативных факторов окружающей среды.

Проблема решения задачи по обеспечению безопасности судопотока при разработке путей движения является комплексной и мультидисциплинарной, требует учета взаимосвязанных факторов, изучаемых различными научными отраслями и дисциплинами.

Катастрофы и аварии кораблей (судов) – уникальные события, и для их прогнозирования затруднительно использовать вероятностно-статистические методы. До 80% аварий связаны с человеческим фактором. Трудности добавляет и невозможность проведения активного эксперимента, использования привычных методов моделирования. А социальные, экономические и экологические последствия аварий обуславливают необходимость совершенствования научных основ обеспечения эффективности и безопасности разрабатываемых путей движения.

Начальный этап сбора и получения исходных данных при разработке путей движения предполагает синтез требований руководящих документов к путям движения и системный анализ факторов, влияющих на безопасность плавания для выработки алгоритма выбора наиболее выгодного маршрута кораблей (судов) от исходной к конечной точке, а также выработки комплекса предложений по обеспечению навигационной безопасности кораблей (судов) при плавании по выбранному маршруту.

Серьезное воздействие на этот процесс оказывает невозможность учета абсолютно всех факторов, негативно влияющих на безопасность функционирования сложной системы из-за случайной,

объективной природы этих факторов. Однако учитывая, что риск – неотъемлемое свойство любой сложной системы, абсолютная безопасность такой системы не может быть достигнута [7].

Особенностью разработки современных путей движения является также необходимость одновременного учета сложившейся системы путей движения в рассматриваемом районе, существующих потоков судов, международных и местных правил плавания, режима плавания (включая плавание кораблей и судов военно-морского флота), географических, навигационно-гидрографических и гидрометеорологических условий, наличие навигационных опасностей, изученности района.

Анализ современной нормативной базы [1–3] показывает, что в действующих документах определены лишь общие положения об установлении путей движения судов, требования к точности и безопасности плавания, методики навигационной подготовки к плаванию. Документ, в котором содержались бы алгоритм разработки путей движения, выработанный на основе научного подхода к выбору этих путей с использованием научно обоснованных критериев, конкретных, не только рекомендательных конвенционных, требований и показателей обеспечения навигационной безопасности плавания; с учетом хорошей морской практики; системного анализа факторов, влияющих на безопасность плавания, а также необходимые рекомендации по выбору наиболее выгоднейшего маршрута, отсутствует.

Учитывая изложенное, а также во избежание ошибочности интуитивных решений представляется актуальным разработка такого алгоритма действий. В настоящей статье предложен способ разработки на практике путей движения судов (кораблей).

Наивыгоднейший маршрут – это кратчайший путь, обеспечивающий безопасность плавания в наиболее благоприятных условиях [4].

На основе системно-деятельностного подхода авторы разработали следующий алгоритм разработки проекта путей движения судов (рис. 1), которые на практике целесообразно выполнять в нескольких этапах.

На первом этапе сбора и получения исходных данных осуществляется первичное описание района как сложной системы с учетом целей и задач проектируемых путей, особенностей судов, для которых и проводится проектирование.

На втором этапе на основе обобщения данных, полученных на первом этапе, на генеральной карте строится прогностическая информационно-графическая модель района.

На третьем этапе район разбива-

ется на участки, и они последовательно изучаются. При этом ведется поиск альтернативных участков путей движения судов. Они могут планироваться в зависимости от этапов плавания (открытое море, прибрежное плавание, плавание в узкости). Особое внимание уделяется участкам на акватории портов и плаванию в узкости, так как результаты исследований, проведенных Новороссийской государственной морской академией, показали, что именно на акваториях портов произошло более 50% навигационных аварий, около 40% – в узкостях и лишь 10% – в открытом море.

На четвертом этапе параллельно исследуются эффективность и безопасность участков пути как «целое–часть». Эффективность как качественное понятие обладает свойствами субъективности и относительности [6], поэтому и ее оценке следует исходить из целей, которые определены заказчиком. Для количественной оценки эффективности необходимо ввести показатели эффективности.

В качестве такого показателя можно принять вероятность безопасности плавания судна на каждом участке или допустимое среднеквадратическое отклонение судна от пути движения. Исследование безопасности проводится на основе хорошо известных математических моделей по направлениям:

- безопасность движения (навигационные опасности, интенсивность судоходства, существующие пути, режим плавания, гидрометеорологические условия);
- возможность обеспечения навигационной безопасности (морских средств навигации, системы навигационного оборудования);
- возможность системы управления.

При этом должны учитываться выводы анализа характерных случаев аварийности в данном районе.

На пятом этапе оценивается качество разработанного пути с учетом имеющихся прецедентов (ранее разработанных путей движения для сходных условий) в данной области. Прецеденты рассматриваются как для конкретного участка пути, так и для пути в целом с учетом информации о причине выбора того или иного варианта (основа деятельностного подхода). Оценка качества [6] также производится с точки зрения целостности связей в системе (целостности отношений элементов системы между собой), соответствия системы в целом назначению.

Общими требованиями к качеству разработанных путей следует считать соответствие назначению; обоснованным потребностям и ожиданиям потребителя (заказчика); законодательству и нормативным документам; современ-

ными тенденциями в международных организациях; требованиям экологии и охраны окружающей природной среды, а также экономичности, т.е. затрат на разработку систем обеспечения безопасности.

На этом этапе целесообразно ввести дополнительную информацию и повторно исследовать эффективность и безопасность.

На шестом этапе принимаются управленческие решения, реализуемые при разработке проектной документации. В общем случае проектная продукция представляет собой описание проектных решений в установленных государственных стандартами и нормативными документами формах проектной документации. Проектная документация представляет собой результат переработки исходной информации, получаемый путем постановки и последовательного решения соответствующих проектных задач. Она позволяет формировать информационную модель проектируемых путей движения для представления заказчику. Качественной может считаться такая документация, комплектность, объем и содержание которой необходимы и достаточны для эффективного выполнения работ по созданию, эксплуатации и обеспечению последующих стадий жизненного цикла проектируемых подсистем [8]. Комплект документации должен содержать, как правило, следующие основные группы:

- генеральные схемы или карты;
- частные схемы или карты;
- пояснительные материалы;
- вспомогательные материалы и расчеты.

Таким образом, при рассмотренном подходе объединены методы, основанные на исследовании объекта как целого с обязательным учетом влияния других объектов и окружающей среды, опирающиеся на ограниченный объем исходной информации. Это позволяет выделить проблему, с помощью информационно-графической модели описать ее на формализованном языке, установить критерии для сравнения альтернатив, ввести рациональную идеализацию проблемы (упростить ее до допустимого предела), найти способ разделения целого на части, не теряющие свойства целого и найти способ объединения частей в целое без потери их свойств и с учетом имеющихся прецедентов, иными словами, найти в итоге решение проблемы с установленной степенью эффективности.

Выбор правильного алгоритма выполнения проектных работ позволит качественно и эффективно решить задачу и достичь поставленных целей по обеспечению навигационной безопасности плавания.

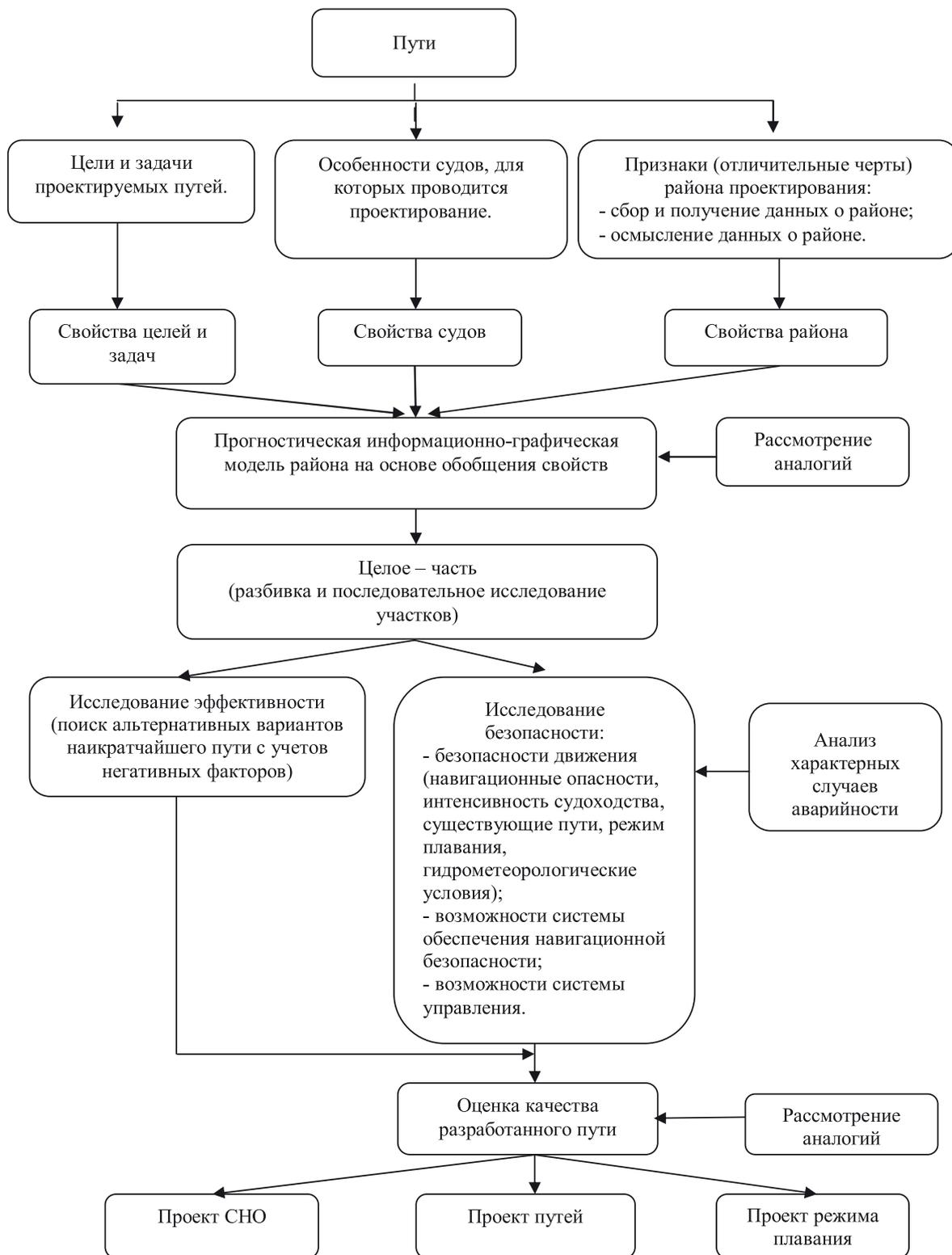


Рис. 1. Алгоритм разработки проекта путей движения судов

ЛИТЕРАТУРА

1. Общие положения об установлении путей движения судов. – ГУНиО МО СССР, адм. №9036, 1987. – 31 с.
2. Дополнение №1 к Общим положениям об установлении путей движения судов. – ГУНиО МО РФ, адм. №9036-Д1, 1987. – 7 с.
3. Дополнение №2 к Общим положениям об установлении путей движения судов, – Общие положения о приня-

4. Груздев Н.М. и др. Навигация. – М.: Воениздат, 1980. – 460 с.
5. Практическое кораблевождение. – Кн. первая. – ГУНиО МО РФ адм. № 9035.1, 1989. – 896 с.
6. Тихонов А.Ю. Основы моделирования и исследования эффективности функционирования штурман-

ской службы: Учеб. пособие. – Изд. ВМА им. Н.Г. Кузнецова, 2003.
7. <http://www.securpress.ru>

8. Методическое руководство: Технологические правила проектирования объектов строительства // Госстрой России. Государственное предприятие «Центр методологии, нормирования и стандартизации в строительстве». ■

Рецензент:

П.Г. Бродский, д-р воен. наук, проф.

Лоцманская деятельность по форме – внутригосударственное дело, но по сути выходит за пределы интересов государства. Об этом свидетельствуют международные конвенции и национальные законы многих стран, направленные на обеспечение безопасности плавания судов в территориальных водах государств. Следовательно, входя в мировую систему безопасности мореплавания, национальная организация лоцманского обеспечения должна соответствовать международным стандартам в этой сфере деятельности.

Особым классом морских специалистов, от которых зависит безопасность мореплавания и которые осуществляют проводку судов в особо опасных и сложных для плавания районах, являются лоцманы. Обеспечивая безопасность плавания судна, лоцман защищает жизненно важные интересы своего государства и населения прибрежных районов. Международная практика показывает, что в каждом приморском государстве существует единая национальная лоцманская служба, деятельность которой регулируется специальным законом.

Лоцманское обслуживание имеет некоммерческий статус согласно п. 86 Договора ЕЕС, недоходный, соответствующий требованиям к предоставлению публичного обслуживания, устанавливаемого государством. В соответствии с существующим подходом ИМО лоцманский сбор должен расходоваться только на лоцманское обеспечение, независимо от того, является организация государственной или нет.

По определению ЕМРА (European Maritime Pilot Association), лоцманская деятельность есть общественно необходимая для обеспечения безопасности мореплавания, охраны человеческой жизни на море, защиты окружающей среды от загрязнения и сохранения среды обитания. Основой экономики лоцманских организаций является принцип необходимой достаточности для выполнения публичных функций, и поэтому лоцманская деятельность не может осуществляться на коммерческой основе.

В соответствии с международной практикой лоцманский сбор уплачивается судовладельцем и должен расходоваться только на лоцманское обеспечение.

Сумма лоцманского сбора в соответствии с методикой определения должна включать оплату лоцманов с учетом сложности района лоцманской проводки и квалификации лоцмана, технической оснащенности лоцманских организаций, содержания лоцманских станций; оплату персонала, тренажеров, курсов повышения квалификации, т.е., повторим, только расходы непосредственно на лоцманское обеспечение.

БОРЬБА «ЛОЦМАНСКИХ ХОЗЯЕВ» ЗА НЕГОСУДАРСТВЕННОСТЬ ЛОЦМАНОВ

В.И. Егоркин, эксперт по вопросам безопасности мореплавания Комиссии по национальной морской политике Совета Федерации РФ, президент Ассоциации морских лоцманов России, контакт. тел. (812) 786 5095

ОРГАНИЗАЦИЯ ЛОЦМАНСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РОССИИ

Организационные формы объединения лоцманов и руководство ими в период становления лоцманского дела в России были различны не только на отдельных морях, но и в разных портах одного и того же моря. Права и обязанности различных лоцманских артелей, цехов, товариществ, команд и обществ были неодинаковыми, так же как и профессиональная подготовка лоцманов. Так продолжалось до конца XIX в., когда в связи с изменениями технического состава флота (появились паровые суда), а также противоречивостью общих правил, изданных в 1781 г., и уставов лоцманских обществ, товариществ и артелей встала задача совершенствования организационной структуры и материально-технического состояния лоцманских структур, что и было сделано в 1894 г.

С 1968 по 1 мая 1999 г. в стране действовал Кодекс торгового мореплавания СССР (КТМ СССР), ст. 79 которого предусматривала, что лоцманская проводка судов в морских портах должна осуществляться исключительно государственными морскими лоцманами, а лоцманская служба являлась подразделением службы капитана порта, который, в свою очередь, находился в подчинении начальника порта. Таким образом, лоцманская служба была одним из подразделений государственного морского порта, и лоцманский сбор поступал в его доход, т.е. большой стивидорной компании, но тогда государство несло ответственность.

Государственные порты, заинтересованные в первую очередь в выполнении своих производственных планов, тратили лоцманский сбор на оснащение перегрузочных комплексов, поддерживая в портах минимально возможный уровень безопасности мореплавания. И сейчас в портах, где у стивидорных компаний существуют «свои» лоцманские службы, их хозяева считают лоцманскую деятель-

ность одним из звеньев «подготовки тоннажа»* и есть возможность так или иначе лоцманский сбор направлять на цели, не имеющие отношения к лоцманской деятельности и безопасности мореплавания, что принципиально противоречит его назначению.

Совершенно очевидно, что от формы собственности организации лоцманов, будь она государственная или негосударственная, кроме экономически самостоятельной, основанной на некоммерческих принципах деятельности, не зависит лоцманский сбор в портах. Но, поскольку доходы регламентированы, такое положение ухудшает качество лоцманского обеспечения, так как эти сборы идут не только на эти цели, но и в карман нынешних «лоцманских хозяев», которые бьются за утверждение негосударственности своих лоцманских организаций и которые, естественно, не приемлют бижнеза без прибыли.

НЕОБХОДИМОСТЬ РАЗРАБОТКИ КОНЦЕПЦИИ ЛОЦМАНСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Уже более десяти лет важное звено в системе национальной безопасности, в обеспечении безопасности мореплавания в морских портах как стратегически важных объектов страны лоцманские службы все время реформируют, причем в этом процессе задействованы три стороны:

– государство в лице Министерства транспорта РФ – морской администрации страны, ответственной как перед гражданами России, так и перед мировым морским сообществом за организацию лоцманской деятельности;

– лоцманы, единственной целью которых является профессиональное исполнение своего долга и которые ратуют только за необходимую техническую оснащенность своей работы и достойное вознаграждение за их труд, и не более;

– хозяева лоцманов, впервые со времени создания лоцманского промысла

* «ПортНьюс», годовой отчет 2010 г., с. 37, 38–42.

ла на Руси,* появившиеся в 2005 г. как класс, единственная цель которого – *перевести* лоцманскую деятельность из сферы государственной ответственности в сферу рыночных отношений, где они могли бы эту деятельность «саморегулировать» с целью получения своего дохода.

Для того чтобы понять, куда дальше двигаться, нужны *концепция развития лоцманской деятельности в РФ* (далее – концепция) и *документы*, отражающие совокупность официально принятых взглядов на организацию лоцманского дела, основанных на государственной стратегии в области обеспечения безопасности мореплавания и защиты окружающей среды от негативного воздействия судоходства.

Концепция должна служить ориентиром при определении приоритетных направлений развития лоцманской деятельности, разработке ее законодательной и нормативно-правовой базы, отработке механизма, гарантирующего непрерывность предоставления лоцманских услуг и регулируемость (подконтрольность государству) системы лоцманского обслуживания, создания экономических условий (основ) для приведения материально-технической базы, кадрового потенциала лоцманских организаций РФ в соответствии с мировыми стандартами.

Приоритетным должно стать создание подконтрольной государству национальной лоцманской службы, что обусловлено:

- стремлением России интегрироваться в международные (транснациональные) транспортные коридоры; необходимостью повышения привлекательности российских портов для иностранных судов и грузовладельцев;
- появлением судов новых типов и размеров, которым требуются нестандартные услуги по лоцманской проводке. (Требуются постоянный обмен опытом, единая система подготовки и повышения квалификации лоцманов, а значит и крупные инвестиции в создание национального учебного центра);
- необходимостью объединения организационных усилий и инвестиций в северные порты, нерентабельные вследствие короткого сезона работы. (Техни-

* В 1270 г., лоцманские артели были на службе у государства, во главе стоял старшина; 1613 г. – лоцманские команды на службе у государства, во главе – староста; 1709 г. – лоцманский цех, лоцманское общество на службе у государства, во главе – лоцманский командир; 1917 г. – товарищество, отделение, лоцманская дистанция на службе у государства, во главе – начальник лоцманской дистанции; 1935 г. – лоцманская служба порта, государственная лоцманская служба, во главе – заместитель капитана порта; 1991–2001 г. – лоцманские организации, управляемые самими лоцманами.

ческая оснащенность отстает от уровня современных требований);

– необходимостью объединения финансовых вложений в обновление материально-технической базы лоцманских организаций, в разработку и создание российских средств доставки лоцманов и т.п.

– большей экономичностью предоставления лоцманских услуг во всех портах России.

Правовая основа лоцманской деятельности должна базироваться на следующих факторах:

1. Ориентированность государства на мировой опыт и передовые технологии при решении проблем обеспечения безопасности судоходства и защиты окружающей среды от негативного воздействия судоходства. С этой целью должны быть созданы государственные структуры, отслеживающие мировые тенденции развития лоцманского обслуживания, участвующие в международных конференциях организуемых авторитетными морскими организациями и обобщающие и освещающие в СМИ передовой опыт лоцманского дела, а также анализирующие аварии судов, следовавших с лоцманом на борту.

2. Анализ состояния национального законодательства, регулирующего вопросы лоцманского обслуживания; наличие подзаконных нормативных актов, закрепляющих стандарты, нормы и требования в области лоцманского обслуживания (относящиеся как к структурам, организующим лоцманское обслуживание, так и к лицам, непосредственно осуществляющим лоцманские проводки); наличие официально закреплённой методики проверки соответствия лоцманских организаций установленным требованиям, (сертификаты качества лоцманских услуг).

3. Существование правового механизма, позволяющего своевременно корректировать лоцманскую деятельность и адаптировать ее к изменяющимся условиям и возрастающим требованиям.

4. Наличие единого органа, осуществляющего государственный контроль за торговым мореплаванием, наделенного правом запрещать (приостанавливать) работу лоцманских организаций, не отвечающих установленным требованиям, отзывая лицензии, привлекать к ответственности.

При организации национальной лоцманской службы необходимо учесть в первую очередь интересы трех сторон:

- государства, которое заинтересовано в привлекательности портов страны для судоходных компаний, создании положительного имиджа всех структур, связанных с морской торговлей, максимальной безопасностью для окружающей среды;

– судовладельцев, заинтересованных в максимальной безопасности судов в портах, разумных затратах на обеспечение этой безопасности;

– лоцманов, заинтересованных в реализации возложенных на них задач и в стабильном положении лоцманской организации.

Постоянное столкновение интересов этих сторон (особенно судовладельцев и лоцманов) в любой стране – объективный процесс, о чем свидетельствуют резолюции ИМО, Интертанко и т.п. В современной России эти противоречия усугубляются прорехами в законодательстве и нормативной базе, регулирующих лоцманскую деятельность, коррупционностью чиновников, контролирующих, правоохранительных и судебных органов и криминализацией бизнеса морских перевозок.

Большинство лоцманов России считают, что наиболее целесообразно создание единой национальной лоцманской службы страны с участием в управлении самих лоцманов, как это было в МОО «Ассоциация морских лоцманов России».

Создание национальной лоцманской службы соответствует политике ИМО, и только с появлением такой организации возможно качественное лоцманское обслуживание во всех портах России, включая и нерентабельные северные районы без привлечения бюджетных средств. Эта служба объединит все лоцманские организации в единое целое, что приведет к повышению уровня безопасности мореплавания и поднятию престижа страны как морского государства.

Любые коммерческие негосударственные лоцманские организации в отдельности не смогут:

- качественно обслуживать суда в северных, сезонных и других нерентабельных портах и трудоустраивать лоцманов в межнавигационный период;
- разрабатывать программы обучения, переподготовки и повышения квалификации лоцманов России и проводить его;
- эффективно контролировать деятельность лоцманских организаций и профессиональной подготовки лоцманов;
- участвовать в профессиональных конференциях европейского и мирового уровней с целью изучения опыта работы на современном уровне;
- создать единый национальный учебный центр, соответствующий современным требованиям;
- привлекать на должность стажеров лоцманов грамотных, капитанов дальнего плавания с хорошей репутацией;
- обеспечивать прозрачность расхождения лоцманских средств и контроль за ними, как это делалось в экономиче-

ски самостоятельных лоцманских организациях, учрежденных АМЛР;

– разрабатывать проекты новых лоцманских судов и других средств обеспечения работы лоцманов, включая средства информации, с использованием прогрессивных технологий.

БОРЬБА «ЛОЦМАНСКИХ ХОЗЯЕВ» С ГОСУДАРСТВОМ ЗА НЕГОСУДАРСТВЕННОСТЬ ЛОЦМАНОВ

После того как Минтранс РФ выказал твердое намерение навести порядок в лоцманском деле, активизировались «известные в лоцманской среде специалисты, отстаивающие «право на благосостояние» не только лоцманов своих организаций, но и своих партнеров по лоцманскому бизнесу.

На сайте «В окояне-море» в статье «Неминтранс обманывает Министерство транспорта РФ» говорится, что «государственная лоцманская организация в самом крупном и самом прибыльном морском порту России, Санкт-Петербурге, убыточна!»?

По мнению ее автора (и с этим нельзя не согласиться), «прибыльность негосударственных лоцманских организаций и убыточность росморпортовских – это, само по себе, очень интересно», особенно если учесть, что «тарифы на лоцманские услуги одинаковы для всех».

Заинтересовавшись этими странностями, автор сравнил данные о работе конкурирующих в порту Петербурга лоцманских организаций (см. табл.).

Таблица
Экономический эффект работы негосударственной лоцманской организации и ФГУП «Росморпорт», Санкт-Петербург

Показатель	2007 г.			2008 г.		
	Негосуд.	ФГУП «РМП»	Всего	Негосуд.	ФГУП «РМП»	Всего
Объем лоцманского сбора, тыс. руб.	177 947,19	153 010,00	330 957,19	139 065,46	132 000,00	271 065,46
В среднем в месяц, тыс. руб.	14 828,93	12 750,83		11 588,79	11 000,00	
Общее количество проводок судов в порту	8 889	19 906	28 795	11 199	18 100	29 299
В среднем в месяц	741	1 659		933	1 508	
Численность лоцманов (среднегодовая), чел.	41	120		54	120	
Производительность труда в год, проводок на одного лоцмана	217,00	166,00		207,00	151,00	
Стоимость одной проводки, руб.	20 018,8	7 686,6	11 494,6	12 417,7	7 292,8	9 251,7

Как видим, средняя стоимость одной лоцманской проводки в Росморпорту ниже, чем в негосударственной службе в 2007 году почти в 3 раза, а в 2008 г. – в 1,7 раза! Но это может свидетельствовать только о более эффективном использовании «рыночных механизмов» одной организацией и о необходимости лоцманов Росморпорта выполнять все работы в порту, включая самые невыгодные.

Особенно показательна в смысле коммерциализации лоцманского дела вторая половина 2010 г. В октябре все лоцманы ЗАО «ОМЛ СПб» были переведены его бывшим генеральным директором, ныне директором НП «Национальное объединение лоцманских организаций» (далее – НП «НОЛО»), В.А. Рябokonем в свою личную лоцманскую организацию «СПб лоцман». Она была зарегистрирована еще 29 октября 2009 г., и именно туда лоцманы ЗАО «ОМЛ СПб» приносили доход уже с июля 2010 г., оставляя расходы в ЗАО «ОМЛ СПб».

В другой статье – «Неминтранс берет заложницу» – на том же сайте ее автор выразил свою обеспокоенность тем, что «безопасность плавания в портах нашей страны может стать заложницей подкованных игр чиновников», мечтающих только о том, «как убрать с рынка лоцманских услуг негосударственные лоцманские организации. Как получить бюджетные деньги под проект единой государственной лоцманской организации и сконцентрировать в ней лоцманские сборы из всех прибыльных портов России».

Рассуждая по поводу проекта создания ФГУ лоцманов, автор статьи «Главное в лоцманском деле – это люди»* задает вопрос: «Зачем государству эти проблемы, если есть бизнес, который знает, что делать, и готов по расценкам государства оказывать услуги? Если оно (ФГУ) будет бюджетным, то опять придется залезать в карман налогоплатель-

щиков... А с учетом того, что лоцманская деятельность убыточна в рамках того же Росморпорта, то, значит придется поднимать тарифы, что опять ляжет на плечи судовладельцев, фрахтователя и в итоге потребителя грузов».

Рассуждая по поводу прибыльности и убыточности лоцманских организаций в статье «Работать так, как велит

* «Порт-Ньюс», годовой отчет 2010 г., с. 42.

конституция» на том же сайте, тот же автор (директор НП «НОЛО» В.А. Рябokonь) задает другой вопрос: «Ради чего в таком случае городить огород, менять вывеску на фасаде одной убыточной лоцманской организации (подразумевается «Росморпорт» – Прим. авт.) на другую, такую же? (Подразумевается единая национальная лоцманская служба в формате ФГУ – Прим. авт.)». От этого вопроса так и веет лукавством, ибо ответ прост: «Необъяснимая» сверхдоходность одной лоцманской проводки в частной организации суммируется со сверхубыточностью одной лоцманской проводки в РМП, и тогда одна средняя лоцманская проводка в этом порту будет не убыточна, а доходна. В этом случае бюджет будет в гораздо большем объеме наполняться лоцманским сбором, и несомненная прибыль останется в государственной организации, а не в карманах «благотворителей».

В уставе частной коммерческой лоцманской организации, им учрежденной, перечислено более 100 видов деятельности, которыми можно будет заниматься, если закон определит другой порядок лоцманского обеспечения в стране. В уставе организации, учрежденной и управляемой лоцманами до 2001 г., был только один вид деятельности – лоцманское обеспечение.

Намерение создать единую лоцманскую службу возникло, когда у лоцманов появились хозяева, превратившие безопасность мореплавания в порту (лоцманскую деятельность) в прибыльный бизнес со всеми атрибутами, присущими добыванию денег.

Государство (его правительство) имеет право и обязано определять в сфере национальной безопасности виды деятельности, которые может осуществлять только государственная организация или делегировать права этой организации для этого созданной, выполнив одно условие, – **ясно прописав это в законе**. На это указал Конституционный Суд РФ.

В мировых морских державах есть только два типа лоцманских организаций: государственные и негосударственные, управляемые самими лоцманами! Нигде в мире у лоцманов нет хозяев-коммерсантов. Пример же Великобритании, где лоцманы в некоторых портах являются служащими частных компаний и где ими на р. Хамбер в одночасье были уволены все профессиональные лоцманы, только подчеркивает опасность коммерциализации лоцманского дела.

ОПЫТ САМОУПРАВЛЯЕМЫХ ЛОЦМАНСКИХ СЛУЖБ РФ

С октября 1991 г. лоцманы крупнейших портов России начали работать самостоятельно в организациях, учреждаемых ими самими. Так как других форм

самоуправления в то время не существовало, возрождение лоцманских обществ началось с ТОО, коммерческих по форме организаций. Однако уже тогда большая часть самостоятельных лоцманских обществ работала на некоммерческих принципах. Прибыль не делилась между учредителями, а направлялась на развитие и оснащение лоцманских служб. Самостоятельные лоцманские общества начали свою деятельность с нуля, так как все имущество лоцманских служб было приватизировано портами, и основные технические средства обеспечения приобретены лоцманскими организациями в процессе работы за свой счет.

В 1995 г. лоцманы создали «Ассоциацию морских лоцманов России» (АМЛР), которая контролировала и управляла лоцманской деятельностью в стране, оставаясь в то же время лоцманским объединением, управляемым лоц-

манами. С учетом накопленного опыта, развития правовой базы РФ (закон «О некоммерческих организациях» и др.) и рекомендаций лицензионной комиссии Минтранса России о внедрении опыта работы лоцманов в некоммерческих организациях на конференции АМЛР в 1996 г. большинством лоцманов было принято решение о перерегистрации существующих лоцманских организаций в автономные некоммерческие организации лоцманов (АНО), единственным учредителем которых является АМЛР.

Такая форма позволила АМЛР как центральному органу (учредителю) контролировать правильность расходования лоцманского сбора в соответствии с действующими нормативными документами. Была создана единая структура негосударственных некоммерческих лоцманских организаций, обеспечившая лоцманскими про-

водками более 80% всего грузооборота морских портов России и объединившая лоцманов страны, т.е. фактически была создана единая национальная лоцманская служба России.

Негосударственные лоцманы, учредившие Ассоциацию морских лоцманов России, всегда стояли за создание национальной лоцманской организации и неоднократно предлагали взять на себя ответственность за лоцманское обеспечение во всех портах страны без привлечения дополнительных бюджетных средств и без повышения тарифов. На их взгляд, это было реально тогда и остается реальным сейчас.

Так чем же так взбудоражил «лоцманских хозяев» проект создания единой национальной государственной службы России? Истинные патриоты обеспокоились судьбой страны или коммерсанты обеспокоились судьбой своего кармана? ■

ЭФФЕКТИВНЫЕ МАНЕВРЫ ПОСЛЕДНЕГО МОМЕНТА ПРИ СТОЛКНОВЕНИЯХ СУДОВ

Столкновения судов – одни из наиболее опасных аварий судов, которые могут привести к их гибели вместе с пассажирами и экипажем. Крупнейшие морские катастрофы, такие как гибель «Адмирала Нахимова», произошедшая 25 лет назад, стала результатом столкновения судов. Однако существующая подготовка судоводителей направлена в основном на предотвращение столкновений судов в море, как это требуется специальными Правилами предупреждения столкновений судов в море (МППСС-72).

Конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты (ПДМНВ 78/95) требует от судоводителя умения правильно выбирать решения в чрезвычайных ситуациях. К ним относятся «действия, которые необходимо предпринимать в случаях, если столкновение судов неизбежно и после столкновения» [1].

Одна из важнейших составляющих этих действий – определение маневров «последнего момента» при различных вариантах столкновений судов для минимизации их опасных последствий. Выбор эффективной комбинации маневров «последнего момента» может быть осуществлен, если известны математические модели движения судов при столкновениях судов. К основным особенностям построения математических моделей судов при столкновениях по сравнению с обычным метаматематическим моделированием движения судов без столкновения можно отнести учет в математических моделях:

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ОПАСНОСТИ СТОЛКНОВЕНИЙ СУДОВ

А.А. Еришов, канд. техн. наук, доцент, начальник кафедры ТУС ГМА им. адм. С.О Макарова, контакт. тел. (812) 444 1497

– маневров, предпринимаемых судоводителями обоих судов перед столкновением;

– гидродинамического взаимодействия корпусов судов до столкновения;

– возникновения и передачи на корпуса сталкивающихся судов ударных сил и моментов в момент столкновения, в том случае, если столкновения избежать не удалось;

– возможности повреждения и разрушения корпусов судов в момент столкновения и их возможного «сцепления» после столкновения;

– движения судов после столкновения.

Перечисленные особенности движения судов при столкновении дали возможность построить математические модели движения судов на различных этапах развития ситуации столкновения. Это позволяет детально проанализировать имеющиеся у судоводителей возможности по избежанию или минимизации опасных последствий столкновения и определить необходимые условия для выбора наиболее безопасных маневров в последний момент обоих из сталкивающихся судов.

В качестве примера рассмотрим модели движения судов при столкновении под углом 90° после выполнения маневра «курс от судна» обоими из сталкива-

ющихся судов (ударяющее судно изменяет курс нос ударяемого судна, рис.1). Под углом столкновения понимается угол между диаметрными плоскостями обоих судов в момент столкновения.

Особенностями движения судов при выполнении маневра «курс от судна» является то, что наиболее опасное столкновение под углом 90° (рис. 1, а) превращается в ситуацию столкновения догоняющего и догоняемого судна (рис. 1, б), что впоследствии приводит к расхождению судов или к значительно меньшим повреждениям их корпусов. Помимо этого до столкновения возникающее гидродинамическое взаимодействие судов стремится оттолкнуть суда друг от друга, еще до столкновения (рис.1, в).

Для судна 1 (рис.1, в справа) математическая модель движения на этапе развития ситуации столкновения с учетом гидродинамического отталкивания судов будет следующей:

$$\begin{aligned} & -(m_1 + \lambda_{11} \cdot 1)(dv_1/dt)\cos\beta_1 + (m_1 + \lambda_{11} \cdot 1)v_1(d\beta_1/dt)\sin\beta_1 - m_1 v_1 \omega_1 \sin\beta_1 - \\ & - Xg_1 - Xa_1 + Pe_1 - Xr_1 = 0; \\ & -(m_1 + \lambda_{22} \cdot 1)(dv_1/dt)\sin\beta_1 + (m_1 + \lambda_{22} \cdot 1)v_1(d\beta_1/dt)\cos\beta_1 - \\ & - m_1 v_1 \omega_1 \cos\beta_1 - \lambda_{26} \cdot 1 d\omega_1/dt - Yg_1 - \\ & - Yv_3 + Ya_1 + Yr_1 = 0; \\ & -(J_z + \lambda_{66} \cdot 1) d\omega_1/dt - \end{aligned}$$

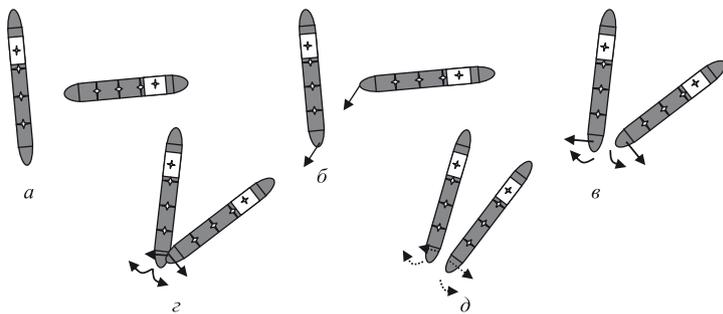


Рис. 1. Выполнение маневра «Курс от судна» обоими судами при столкновении (ударяющее судно изменяет свой курс в нос ударяемого судна)

$$-\lambda_{26}1((dv1/dt)\sin\beta1+(d\beta1/dt)\cos\beta1)-Mg1-Mvз1+Ma1-Yr1*lm1=0;$$

$$\delta_R^1=\delta_{Rmax}^1. \quad (1)$$

Здесь $v1$ – скорость движения судна 1; $m1$ – масса судна 1; $Pe1$ – тяга гребного винта судна 1; $\lambda_{11}1, \lambda_{22}1$ – присоединенная масса жидкости судна 1; $\omega1$ – угловая скорость вращения судна 1; $\beta1$ – угол дрейфа судна 1; $\lambda_{26}1$ – присоединенный статический момент судна 1 относительно оси OZ ; $\lambda_{66}1$ – присоединенный момент инерции судна 1 относительно оси OZ ; $Xa1, Ya1, Ma1, Xg1, Yg1, Mg1$ – соответственно, аэродинамические и гидродинамические характеристики корпуса судна 1; $Xr1; Yr1; Yr1*lm1$ – силы и моменты от руля судна 1; $Yвз1$ – поперечная сила на судне 1, обусловленная гидродинамическим взаимодействием корпусов судов; $Mвз1$ – момент на судне 1, обусловленный гидродинамическим взаимодействием корпусов судов.

Математическая модель ударяемого судна на этом этапе (рис.1, в):

$$-(m2+\lambda_{11}2)(dv2/dt)\cos\beta2+(m2+\lambda_{11}2)v2(d\beta2/dt)\sin\beta2-m2v2\omega2\sin\beta2-Xg2-Xa2+Pe2-Xr2=0;$$

$$-(m2+\lambda_{22}2)(dv2/dt)\sin\beta2+(m2+\lambda_{22}2)v2(d\beta2/dt)\cos\beta2-m2v2\omega2-2\cos\beta2-\lambda_{26}2d\omega2/dt+Yg2+Yвз2+Ya2-Yr2=0;$$

$$-(J_z2+\lambda_{66}2)d\omega2/dt-\lambda_{26}2((dv2/dt)\sin\beta2+(d\beta2/dt)\cos\beta2)+Mg2+Mвз2-Ma2+Yr2*lm2=0;$$

$$\delta_R^2=\delta_{Rmax}^2. \quad (2)$$

Здесь обозначения аналогичны выражениям (1), только для судна 2.

Математические модели движения судов на различных этапах столкновения и расчеты с их помощью позволяют проанализировать и другие явления, влияющие на столкновения при различных вариантах маневрирования судов. К ним относятся динамика изменения ударной силы на корпусах судов при различных маневрах, углы крена судна перед столкновением, положение точки удара и наибольшего повреждения корпуса, а также другие.

Как показали результаты систематических расчетов на ЭВМ при помощи разработанных математических моделей маневр «курс от судна», выполняемый одним или обоими судами при

столкновении позволяет либо избежать столкновения, либо снизить повреждение судов, если столкновения избежать не удастся (рис. 2–4).

Применение математического моделирования показали высокую эффек-

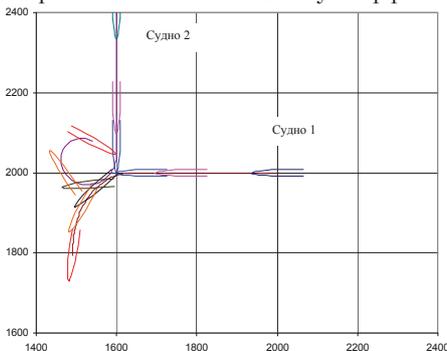


Рис. 2. Столкновение судов под углом 90° без выполнения маневра «курс от судна»

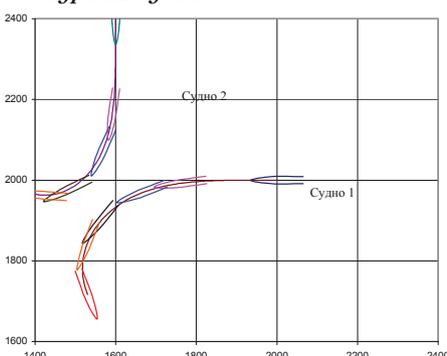


Рис. 3. Расхождение судов без столкновения при сближении под углом 90° градусов при выполнении маневра «курс от судна» обоими судами

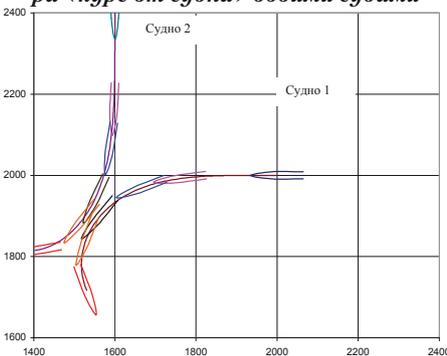


Рис. 4. Снижение размеров и опасности повреждений судов при сближении под углом 90° градусов при выполнении маневра «курс от судна» обоими судами

тивность при выборе в последний момент маневр «Курс от судна» при столкновении судов под углом близким к 90°, а также позволили выбрать наилучшие комбинации этого маневра и в других ситуациях (см. рис. 5–8).

Если столкновения избежать не удастся, то, как следует из анализа, проведенного на основании математического моделирования при помощи ЭВМ, для ударяющего судна наилучшей комбинацией маневра «последнего момента» практически во всех видах неизбежного столкновения судов является комбинация «курс от судна», затем «реверс» движителя. Для того чтобы обеспечить неразмыкание корпусов судов после столкновения (после удара), должен быть выполнен маневр «стоп». Наиболее эффективные маневры ударяемого судна (судно 2, рис. 2) зависят от маневра ударяющего судна, однако в большинстве случаев маневры «курс от судна», «реверс», «стоп» также являются наилучшими и для ударяемого судна.

Таким образом, наиболее эффективная комбинация маневров судов: «курс от судна», «реверс», «стоп» («стоп» выполняется после удара) – может быть рекомендована всем судоводителям для снижения опасных последствий различных видов столкновений.

Маневры судов, которые способны минимизировать опасные последствия столкновений при угле столкновения, близком к 90°.

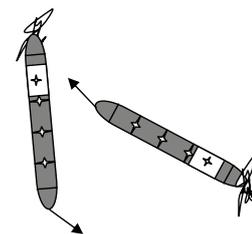


Рис. 5. Угол столкновения меньше 90°. Ударяющее судно выполняет «курс от судна в корму (ударяемого судна)», «полный задний ход» (после начала отворота судна). Ударяемое судно – «курс на судно (ударяемое судно)», «полный задний ход» (после начала отворота судна)

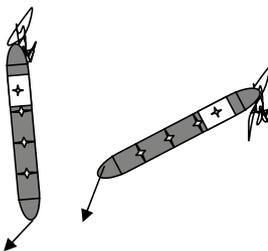


Рис. 6. Угол столкновения больше 90°. Ударяющее судно выполняет «курс от судна в корму (ударяемого судна)», «полный задний ход» (после начала отворота судна). Ударяемое судно – «курс от судна (ударяющего судна)», «полный задний ход» (после начала отворота судна)

Схемы маневров судов, которые способны минимизировать опасные последствия столкновений при встречном и попутном столкновении, показаны на рис. 7–8.

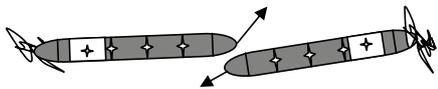


Рис. 7. Угол столкновения, близкий к 0° (встречное столкновение)

Ударяющее судно выполняет маневр «курс от судна (ударяемого судна)», «полный задний ход» (после начала отворота судна). Ударяемое судно – «курс от судна (ударяемого судна)», «полный задний ход» (после начала отворота судна)

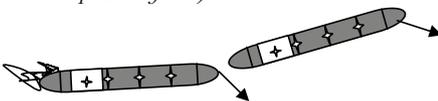


Рис. 8. Угол столкновения, близкий к 180° (попутное столкновение)

Ударяющее судно выполняет маневр «курс от судна в нос (ударяемого судна)», «полный задний ход» (после начала отворота судна). Ударяемое судно – «курс корма от судна (ударяющего судна)» – отворот вправо на ударяющее судно, чтобы отвести корму от ударяющего судна

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И АЛГОРИТМ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ СУДОВОДИТЕЛЕЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ОПАСНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ СТОЛКНОВЕНИЙ СУДОВ

Для предотвращения опасных последствий столкновений судов могут быть выработаны комплекс научно-обоснованных рекомендаций и алгоритм информационной поддержки судоводителей, которые позволят снизить опасность этих видов морских аварий даже в тех случаях, когда столкновения судов избежать не удастся.

Детальная проработка особенностей столкновения судов в море, результаты математического моделирования движения судов при различных вариантах столкновения, анализ изменения ударных сил и разрушений корпусов судов в процессе столкновения, а также исследование остойчивости и возможности совместного движения судов после аварии в безопасное место позволили выработать практические рекомендации по снижению опасных последствий столкновений судов.

• Для ликвидации ситуации неизбежного столкновения судоводителю следует выполнить маневры «последнего момента» по следующему правилу: «курс от судна» («в нос» или «в корму» другого судна в зависимости от ситуации и угла столкновения).

• При сохранении опасности неизбежного столкновения судоводителю следует выполнить маневры «последнего момента» по следующему правилу: «курс от судна», «реверс», «стоп»

(«стоп» выполняется после удара при столкновении судов).

• В том случае, если после столкновения суда остались в сцепленном состоянии, нет опасности взрыва или пожара, судоводителям не следует предпринимать никаких действий, которые могут привести к расцеплению судов и, как следствие, увеличению водотечности в корпус наиболее поврежденного судна, а также к ликвидации дополнительного восстанавливающего момента от поддерживающего судна, который может быть использован для поддержания остойчивости аварийного судна.

Дополнительный восстанавливающий момент, который передается на аварийное судно от поддерживающего судна, часто значительно превосходит обычные показатели остойчивости аварийного судна, поэтому, оставаясь в сцепленном состоянии и поддерживая эту сцепку, суда могут длительное время оставаться на плаву, а их экипаж заниматься спасательными операциями.

• При опасности расцепления судов после столкновения маневрировать для предотвращения выхода из пробоины можно осуществляя давление поддерживающим судном на корпус аварийного судна работой двигательного комплекса в сторону аварийного судна, начиная с самого малого переднего хода. При этом необходимо контролировать крен и остойчивость аварийного судна.

• Во время осуществления давления следует пришвартоваться к аварийному судну.

• При осуществлении давления и начале движения сцепки судов после столкновения буксировать аварийное судно в наиболее безопасное место (рис. 9).

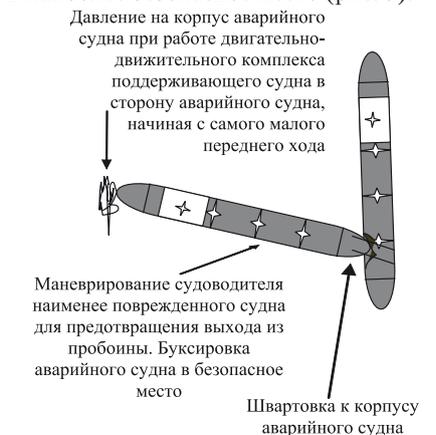


Рис. 9. Положение судов после столкновения (суда находятся в «сцепленном» состоянии)

• В том случае, если после столкновения суда разошлись, после выполнения ранее рекомендованных маневров последнего момента, если нет опасности взрыва или пожара, ударяющему (поддерживающему судну) следует развернуться и встать под углом близким к 90° к ава-

рийному судну в районе пробоины или в другом удобном месте поврежденного борта аварийного судна. В этом положении обеспечивается наибольший восстанавливающий момент, передающийся от корпуса поддерживающего судна на корпус аварийного судна.

• Для обеспечения сцепки судов осуществлять давление поддерживающим судно на корпус аварийного судна работой двигательного комплекса в сторону аварийного судна, начиная с самого малого переднего хода. При этом следует контролировать крен и остойчивость аварийного судна.

• Во время осуществления давления пришвартоваться к аварийному судну.

• При давлении на корпус аварийного судна и движении сцепки судов стараться буксировать аварийное судно в наиболее безопасное место.

• При нахождении сцепленных после столкновения корпусов судов таким образом, что поддерживающее судно частично находится в пробоине аварийного судна, следует рассчитать и контролировать прочность поддерживающего судна при поступлении воды в корпус аварийного судна.

• При возникновении опасности нарушения условий прочности корпуса поддерживающего судна использовать вариант постановки судов лагом (борт о борт друг к другу). После чего пришвартоваться к аварийному судну.

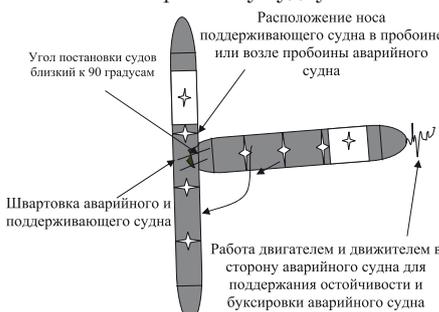


Рис. 10. Положение судов после столкновения при расцеплении корпусов. Разворот поддерживающего судна, постановка под углом 90° к аварийному судну. Создание и поддержание сцепки давлением и швартовкой корпусов

• Для обеспечения безопасности пассажиров и членов экипажа аварийного судна во время поддержания сцепки осуществлять пересадку людей с аварийного судна на поддерживающее судно.

• При возможности и наличии вблизи других судов, не участвовавших в столкновении, могут быть использованы дополнительные мероприятия, для поддержания остойчивости аварийного судна, путем давления этих судов на корпус аварийного судна и швартовкой к нему носом или лагом (рис. 11).

Суда при давлении на корпус аварийного судна (для поддержания его

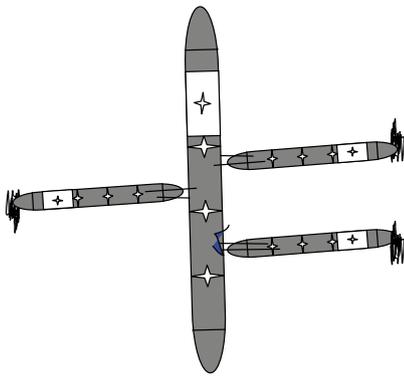


Рис. 11. Использование трех судов для поддержки остойчивости аварийного судна

стойчивости) должны соблюдать особую осторожность. При резком нарастании крена в сторону поддерживающего судна (судов) им следует немедленно отшвартоваться и отойти от аварийного судна.

- При наличии вблизи места столкновения береговой отмели, рифов или подводных камней случае надо произвести посадку на мель аварийного судна

- Самостоятельная посадка судна на мель должна осуществляться согласно следующим рекомендациям: по карте следует выбрать наиболее пологую мель (перепад глубин на мели не должен превышать 1 м на расстоянии равном длине судна, судно *следует* расположить носом к линии мели и на скорости от 3 до 8 уз совершить посадку судна на мель.

- Посадка на мель буксировкой без отхода от аварийного судна для поде-

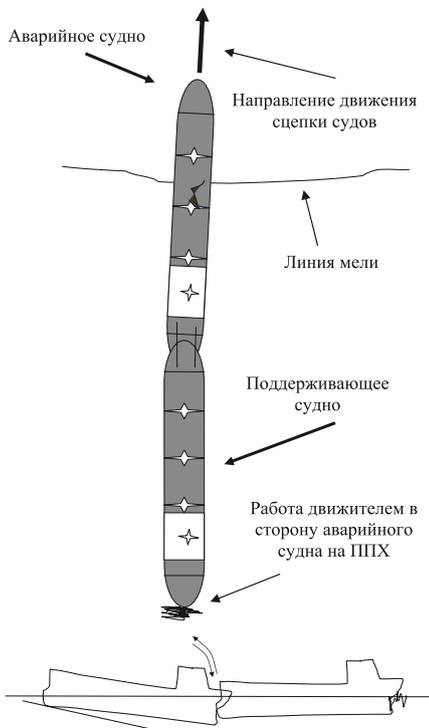


Рис. 12. Посадка на мель буксировкой поддерживающим судном под углом 180°

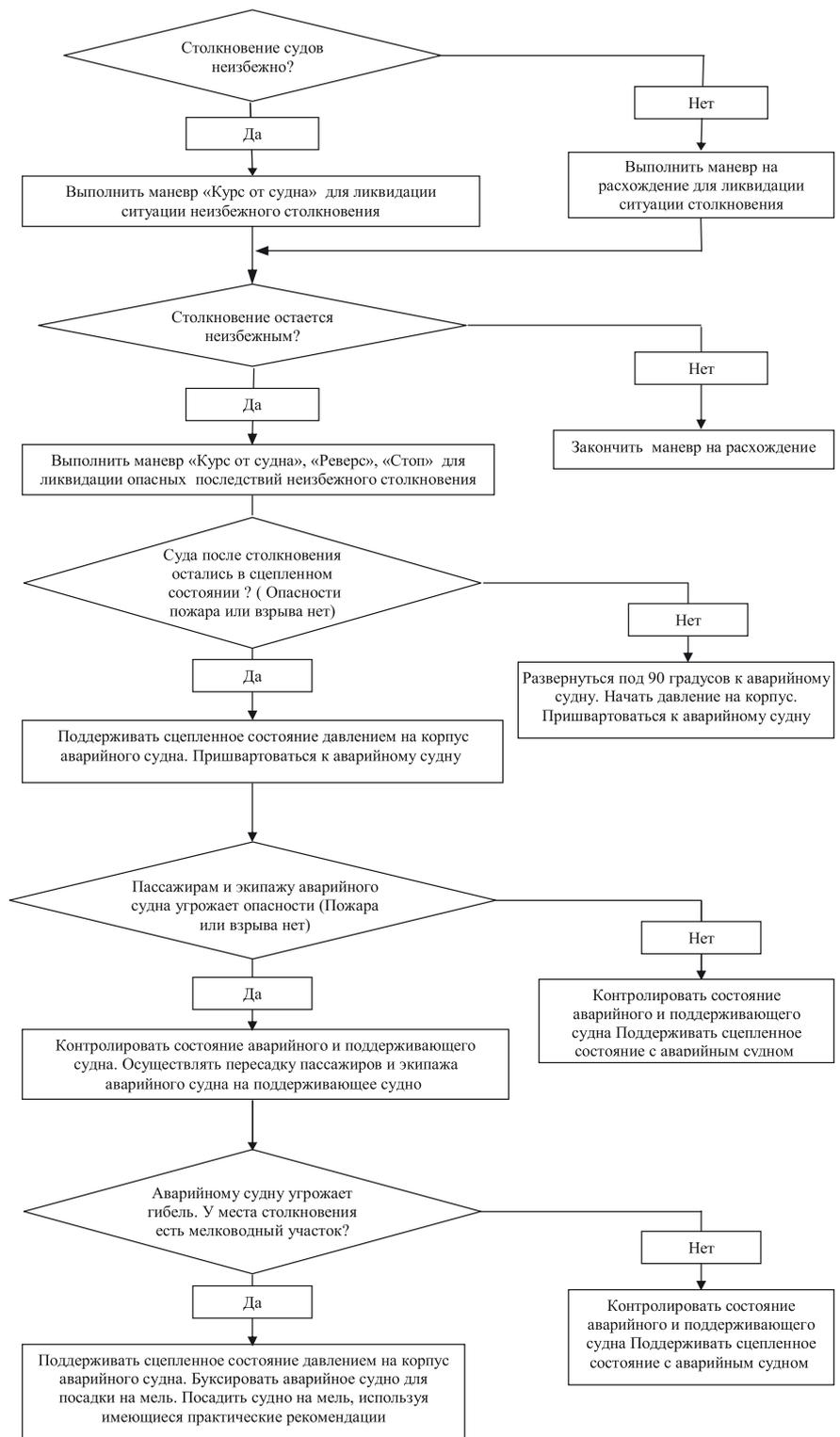


Рис. 13. Алгоритм информационной поддержки судоводителя при наличии опасности столкновения судов

ржания его остойчивости на мели может применяться при расположении поддерживающего судна под углом 90° к аварийному судну.

- Посадка на мель буксировкой с последующим отходом от аварийного судна может применяться при расположении поддерживающего судна под углом, близким к 180° или 0° к аварийному судну (рис. 12).

Данные практические рекомендации позволили разработать алгоритм инфор-

мационной поддержки судоводителя, который может быть использован в судовой вычислительной технике и применяться при столкновении судов (рис. 13).

Данный алгоритм может быть более детализирован за счет мероприятий, которые могут быть применены к конкретному типу судна. Подобные системы информационной поддержки судоводителя позволят избежать наиболее опасных последствий столкновений судов. ■

При обтекании объектов морской техники (подводных аппаратов, труб и т.д.) образуются сложные вихревые структуры. Для ряда задач представляет интерес вихри, образующиеся при установке присоединенного препятствия на плоских телах и телах вращения. Исследованию таких течений в мировой литературе посвящен широкий круг работ, так как подобные структуры могут влиять на гидродинамические характеристики объектов.

В настоящее время идет активная разработка численных методов изучения вихрей. Однако оценка качества получаемых численными методами результатов требует экспериментальных данных о развитии вихрей и о влиянии на указанное развитие различных внешних факторов.

В настоящей статье приведены материалы результатов экспериментальных исследований и численного моделирования вихреобразования на крыле, присоединенном к поверхности тел различной формы.

При обтекании крыла, закрепленного на поверхности, потоком вязкой жидкости, образуются развитый пограничный слой и различные вихревые структуры, вызванные присутствием крыла в потоке. Существуют следующие основные вихревые структуры, возникающие вблизи тела вращения с закрепленным на нем крылом: корпусный вихрь; концевые и подпорные вихри; поперечный вихревой след, вызванный наличием зон отрыва потока за крылом. Для исследования их зарождения и распространения вниз по потоку исследователи используют следующие методы:

- визуализация в гидродинамической трубе, которая позволяет увидеть качественную картину вихревых систем и составить характерные модели течений;
- измерение в аэродинамической трубе, позволяющее оценить численно вызванную вихрями неоднородность поля средней и пульсационной составляющей скорости. Здесь новые возможности открывают оптические методы определения скорости PIV, LDA, которые, в отличие от классических приемников давления и термоанемометров, не вносят возмущений в поток;
- модельные испытания в опытовом бассейне;
- методы вычислительной гидродинамики, с помощью которых можно задать большие характерные числа Рейнольдса порядка $Re \sim 10^6 - 10^8$ и исследовать распространение вихрей на значительных расстояниях вниз по потоку.

В работе приведены результаты исследования образования корпусного, подпорного и концевых вихрей на схематизированных моделях, в качестве которых использовались тело вращения и крыловые профили.

Концевой вихрь. В качестве модели взято крыло с симметричным профилем *NACA-0018*, хордой $b = 80$ мм, удлинением $h = 75$ мм и плоским торцом. Визуализация в гидродинамической трубе показала, что концевой вихрь имеет устойчивую траекторию в следе при низких скоростях потока (рис. 1). Увеличение скорости потока приводит к возникновению неустойчивости траектории распространения вихря; ось вихря принимает спиралевидную форму (рис. 2).

Причиной возникновения спиралевидной траектории продольного вихря является взаимодействие поперечного вихревого следа, возникающего за плоскостью крыла, с продольным концевым вихрем.

На следующем этапе исследований было измерено пространственное распределение полей скорости в следе за крылом, которое располагалось на стенке под углом атаки к набегающему потоку $\alpha = 10^\circ$. Измерения проводились в аэро-

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВИХРЕВЫХ СИСТЕМ, ВОЗНИКАЮЩИХ НА КОРПУСЕ СУДНА И ЕГО ЭЛЕМЕНТАХ

*С.Ю. Соловьев, инженер,
А.С. Пузеев, ст. науч. сотрудник,
А.С. Воробьев, инженер, ФГУП ЦНИИ им. А. Н. Крылова,
контакт. тел. +7 911 932 88 74*

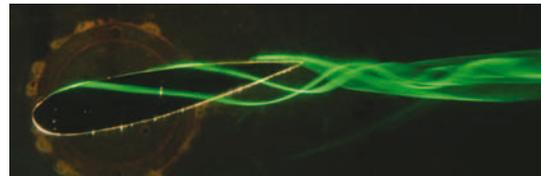


Рис. 1. Образование концевого вихря, $\alpha = -12^\circ$, $Re = 4000$

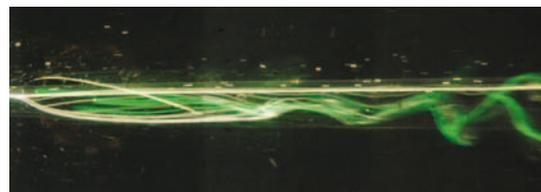


Рис. 2. Возникновение спиралевидной траектории концевого вихря, $\alpha = 10^\circ$, $Re = 8000$

динамической трубе СПбГПУ методом трассирующих частиц (PIV) с использованием комплекса двухмерной комплектации «Полис», разработанного в Институте теплофизики СО РАН [5]. Толщина измерительной плоскости светового ножа составляла 3 мм; скорость набегающего потока – 1–2 м/с. Интервал между вспышками лазерного ножа менялся в диапазоне 500–1000 мкс. Регистрация полей скоростей производилась через зеркало диаметром $D = 60$ мм, установленным в следе за крылом под углом 45° к набегающему потоку. Измерительные плоскости располагались перпендикулярно набегающему потоку на расстояниях 0, 40, 80 мм от задней кромки крыла. Предварительными измерениями было установлено, что влияние зеркала на расстоянии $1,5D$ вперед по потоку незначительно и его можно не учитывать. Схема измерений показана на рис. 3.

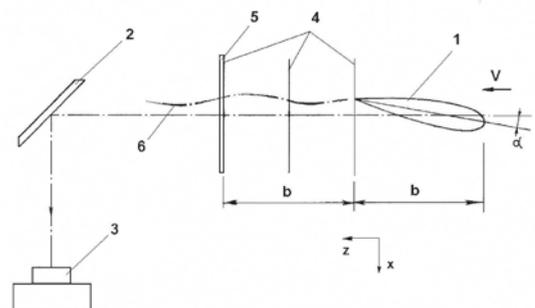


Рис. 3. Схема измерений полей скоростей
1 – крыло; 2 – зеркало; 3 – регистрирующая камера; 4 – измерительные плоскости; 5 – плоскость светового ножа; 6 – мгновенное положение оси концевого вихря

В результате измерений было установлено, что поле скорости в следе за крылом имеет нестационарный характер. Ось вихря изменяет свою траекторию, отклоняясь от среднего

своего положения на величину порядка 0,7–1,2 см (0,09–0,15 длины хорды) в плоскости XY. На рис. 4 векторами показаны обезразмеренные средние значения полей скорости и поля завихренности в трех плоскостях. Измерения показали, что по мере удаления от крыла интенсивность вихря уменьшается, его траектория опускается вниз и увеличивается равномерность распределения окружной скорости вокруг оси вихря. Спиралевидную траекторию оси вихря можно объяснить нестационарным взаимодействием поперечных вихрей и продольного вихря. Экспериментальные данные позволяют численно оценить скорость диссипации концевых вихря и вихревого следа за крылом.

Полученные результаты согласуются с исследованиями, выполненными ранее по исследованию траектории распространения продольных вихрей вблизи тела вращения [6], и позволяют понять физику нестационарных процессов.

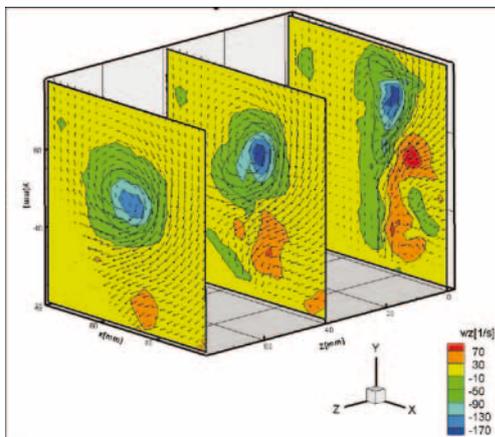


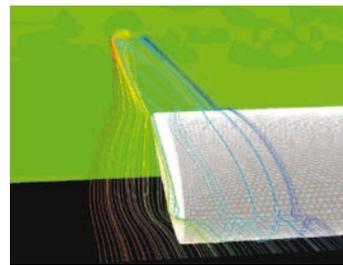
Рис. 4. Результаты измерений полей скоростей (радиальной составляющей) в трех плоскостях $Re = 10^4$

Следует отметить, что для приведенных выше экспериментальных исследований можно выделить ряд факторов, ограничивающих их применимость на практике. Основным из них является то, что эксперимент реализуется в конкретном диапазоне чисел Рейнольдса, т.е. в конкретном диапазоне скоростей набегающего потока. Выявленные в результате экспериментов зависимости могут не реализовываться при существенном изменении рассматриваемого диапазона чисел Рейнольдса. В подобных случаях принято привлекать численное моделирование течений с применением современных программных средств CFD, чтобы расширить применимость результатов эксперимента. Привлечение численных методов, с одной стороны, позволяет выполнить моделирование в натурном диапазоне чисел Рейнольдса, а с другой – оценить применимость численных методов для решения конкретных инженерных задач.

Численное моделирование обтекания крыла с выделением вихревых зон может быть в отдельных случаях реализовано в стационарной постановке. Так, для больших характерных чисел Рейнольдса порядка $Re \sim 10^6$ с использованием высокорейнольдсовой реализуемой $k-\epsilon$ модели турбулентности в сочетании с неравновесными пристенными функциями получены достоверные картины распространения концевых вихря вплоть до пяти длин хорд крылового профиля [7]. Результаты численных исследований представлены на рис. 5.

Требование детально описать течение в дальнем следе и обтекание крыла под большими углами атаки приводят к существенно нестационарным постановкам задачи для численного моделирования (рис. 6) и, как указано в [8], может быть выполнено на основании метода моделирования крупных вихрей (LES) с некоторыми модификациями метода. Нестационарная постановка задачи для численного моделирования позволяет выявить взаимодействие продольных и поперечных вихрей.

а)



б)

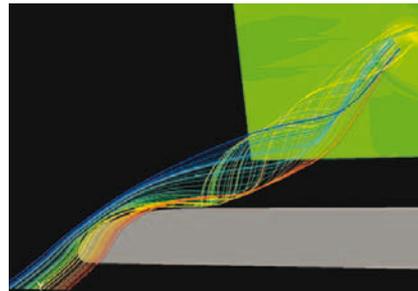


Рис. 5. Структура обтекания крыла конечного размаха, полученная при численном моделировании течения: а – угол атаки набегающего потока $\alpha = 0^\circ$; б – $\alpha = 8^\circ$

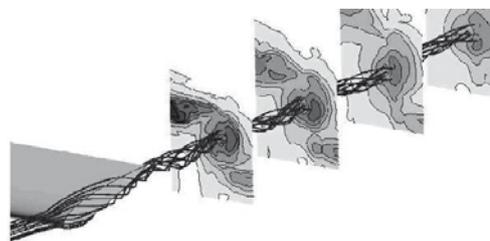
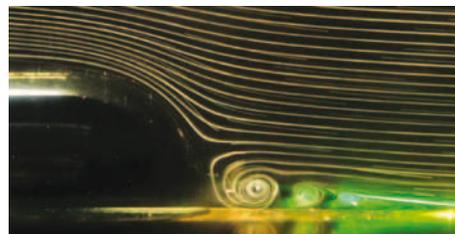


Рис. 6. Траектория концевых вихря по результатам численного моделирования течения при нестационарной постановке задачи

Подпорный вихрь. На рис. 7 показана структура подпорного вихря перед полуцилиндром, расположенным на плоскости. Хорошо просматриваются первичный и вторичный подковообразные вихри.

Положение оси вихря и его интенсивности зависят от параметров потока и геометрии препятствия. Цель экспериментов состояла в том, чтобы выявить картину образования подпорного вихря вблизи препятствия и расположение его оси в зависимости от толщины препятствия и чисел Re . В качестве препятствия были выбраны симметричные профили, расположенные на плоскости, с разными относи-

а)



б)

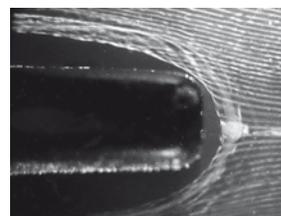


Рис. 7. Система подковообразных вихрей перед полуцилиндром: а – вид сбоку, б – вид сверху

тельными максимальными толщинами $\bar{b} = b/L$. Профиль №1 – относительная толщина $\bar{b} = 0,38$; профиль №2 – $\bar{b} = 0,32$; профиль №3 – $\bar{b} = 0,26$, соответственно.

На рис. 8 приведены зависимости расположения оси подпорного подковообразного вихря от скорости набегающего потока, для профиля №2, $\bar{b} = 0,32$. Графики построены в полярных координатах, начало координат – центр модели. Из приведенных зависимостей можно сделать вывод, что при небольших числах Рейнольдса $Re = 600$ ось вихря расположена по потоку, при увеличении скорости набегающего потока заметно, что вихрь все больше прижимается к борту модели. Подобным образом себя ведут вихри на профилях №1 и №3. Расстояние от модели до центра вихря в плоскости симметрии сокращается при увеличении Re и возрастает при увеличении максимальных толщин препятствия \bar{b} .

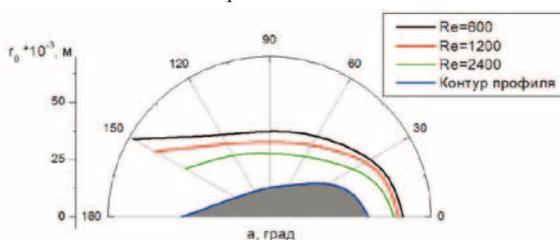


Рис. 8. Зависимость расположения оси вихря от числа Re набегающего потока, профиль №2, $b = 0,32$

Такая тенденция в распространении подпорного вихря сохраняется не только для препятствия на плоской пластине, но и при расположении препятствия на телах более сложной геометрии, например, на теле вращения. На рис. 9 приведены траектории подпорного вихря для узкого и широкого крыловых профилей.

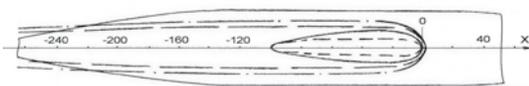


Рис. 9. Траектории подпорного вихря для узкого и широкого крыла, расположенного на теле вращения

Численное моделирование показывает, что на траекторию распространения подпорного вихря сильно влияет форма задней (выходной) кромки крыла и число Re . Действительно, для крыла с цилиндрической формой выходной кромки при $Re \sim 10^6 - 10^7$ вниз по потоку от кромки имеет место взаимодействие подпорного вихря и вихря, образующегося за крылом (рис. 10–12). В то же время для крыла с острой задней кромкой, закрепленного на конусообразной части тела вращения, при $Re \sim 10^5 - 10^6$ такого взаимодействия не наблюдается, а имеет место сильное «поджатие» вихревой трубки к поверхности вплоть до полной невозможности выявить ее средствами численной визуализации.

Взаимодействие подпорного и концевых вихрей. При достаточно небольшой высоте препятствия концевой и подпорный вихри влияют друг на друга, это хорошо заметно при визуализации течения вокруг крыла, закрепленного на гладкой стенке (рис. 13). Подобная картина наблюдается и при обтекании крыла, закрепленного на теле вращения. Взаимодействие приводит к следующему:

- траектория ветвей подпорного вихря становится выше, траектория концевой – заметно ниже по сравнению с их невозмущенным распространением;
- интенсивность и структура вихрей изменяется, это видно по размывающейся краске.

Картина взаимодействия вихрей усложняется, если на тело вращения с закрепленным крылом набегающий поток под не нулевым углом, в этом случае на нем образуется нестационарная система корпусных вихрей (рис. 14). Чем больше угол набегающего потока между направлением потока и диаметральной плоскостью, тем интенсивней корпусные вихри



Рис. 10. Визуализация вихревой трубки подпорного вихря при помощи линий тока и поля спиральности (в плоскости, перпендикулярной диаметральной) и векторного поля скорости для модели DARPA SUBOFF

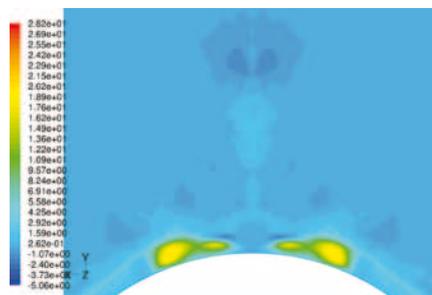


Рис. 11. Поле спиральности в сечении на одной длине хорды крыла за его выходной кромкой. Скорость набегающего потока $w = 2.84$ м/с, $k-\omega$ SST модель турбулентности. Визуализированы следы вихревых трубок подпорного вихря и вихря, образующегося за крылом.

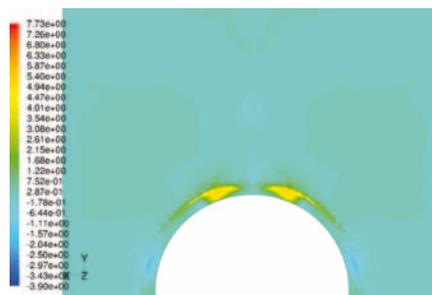


Рис. 12. Поле спиральности в сечении на трех длинах хорды крыла за его выходной кромкой. Скорость набегающего потока $w = 2.84$ м/с, $k-\omega$ SST модель турбулентности. Следы вихревых трубок подпорного вихря и вихря, образующегося за крылом, сливаются, что говорит о взаимодействии этих вихрей.



Рис. 13. Взаимодействие концевой и подпорного вихрей. Угол атаки набегающего на крыло потока $\alpha = 5^\circ$

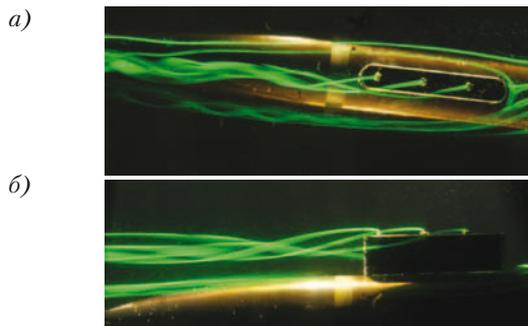


Рис. 14. Взаимодействие вихрей при угле между диаметральной плоскостью и направлением течения $\alpha = 5^\circ$: а – вид сверху; б – вид сбоку

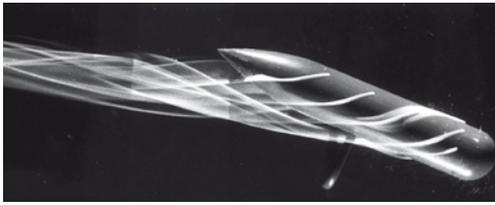


Рис. 15. Образование корпусного вихря при наличии угла атаки

на теле вращения (рис. 15) и тем сильнее их влияние на подпорный и концевой вихри.

Одновременное взаимодействие двух, а в некоторых случаях и трех, вторичных течений является очень сложной задачей для экспериментального и численного исследования. Визуализация таких сложных задач помогает понять физику процесса и составить модели течений.

Вихревой след за препятствием. Поперечный вихревой след – дорожка Кармана возникает при обтекании крыла. Интенсивность поперечных вихрей в следе возрастает при увеличении угла атаки набегающего на крыло потока (рис. 16) [3, 4].

На рис. 18 изображена визуализация взаимодействия вихревого следа за препятствием и концевой вихря.

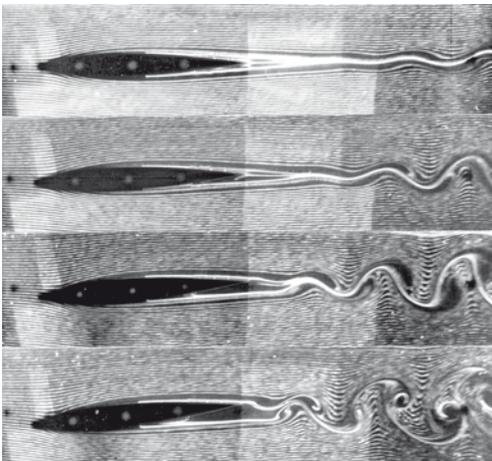
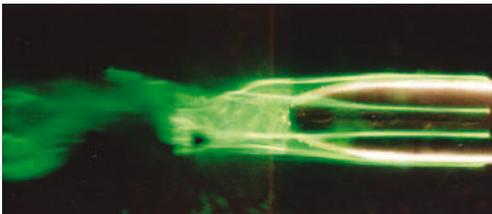


Рис. 16. Возникновение вихревой дорожки за плоскостью крыла при углах атаки $\alpha = 0, 2, 4, 6^\circ$ (по порядку сверху вниз); $Re = 10^4$, за профилем ВГ-130

а)



б)

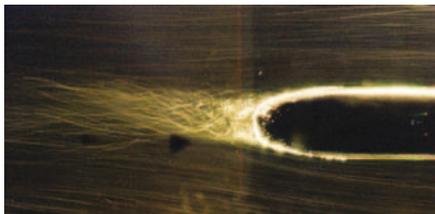
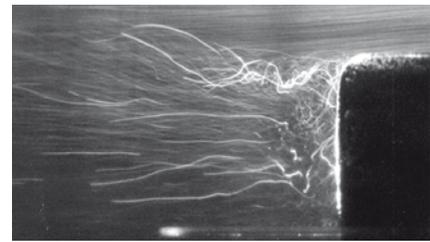


Рис. 17. Вихревая дорожка за профилем, $\alpha = 0^\circ$: а – $Re=10^4$, просматривается вихревой след; б – $Re=5*10^4$, вихревой след размывается в турбулентный след. Вид сверху

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье приведены результаты исследований основных видов вихревых структур, образующихся при обтекании различных препятствий под малыми углами. Проведенные расчетные и экспериментальные исследования показали существен-

а)



б)

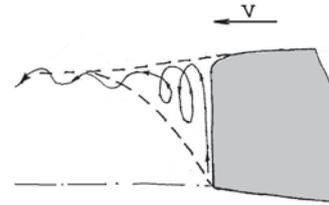


Рис. 18. Взаимодействие концевой вихря с вихревой дорожкой, $\alpha = 0^\circ$: а – визуализация $Re=5*10^4$, б – схема, вид сбоку

ную зависимость траектории вихрей присоединенного крыла от формы крыла и особенно геометрии выходной кромки.

На основе полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Для уменьшения вихревого следа за препятствием необходимо, чтобы такое препятствие имело хорошо обтекаемую форму (например, крылового профиля с острой выходной кромкой).
2. При обтекании крыловых профилей потоком под углом атаки происходит сложное взаимодействие корпусного вихря с концевым и подпорным вихрями. Структура течения зависит от угла атаки и геометрических особенностей модели.
3. Результаты численного моделирования при соответствующем выборе модели турбулентности в рамках осреднения по Рейнольдсу и при числах Re , близких к натурным позволяют получить поля скоростей, соответствующие экспериментальным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Werle H., Gallon M. Laboratoire visualization hydrodynamique // La Recherche Aerospaciale. – 1982. – №5. – P. 289–311.
2. Альбом течений жидкости и газа / Сост. М. Ван-Дайк. – М.: Мир, 1986.
3. Гузев А.С., Семионичева Е.Я. Исследование структуры обтекания гидропрофилей с локальными отрывными зонами. – Тр. 3-й Международ. конфер. по морским интеллектуальным технологиям «МОРИНТЕХ-99». – СПб., 1999.
4. Гузев А.С., Гузев М.А. Исследования структуры вихревого следа за профилями различной формы. – Тр. 7-й Международ. НТК «Оптические методы исследования потоков». – М., 2003, июнь.
5. Гузев А.С., Соловьев С.Ю., Воробьев А.С., Митяков А.В., Митяков В.Ю., Можайский С.А., Сапожников С.З. Распространение концевой вихря за профилем: Оптические методы исследования потоков. – XI Международ. науч.-техн. конфер. [Электронный ресурс]: труды конференции. – Электрон. дан. – М.: МЭИ (ТУ), 2011. – 1 электрон. оптич. диск (CD-ROM). – Доклад № 72, 5 с.
6. Vorobyev A.S., Gouzev A.S., Soloviyev S.U. Downstream vortices spreading near the axisymmetric body. – International conference on the methods of aerophysical research. Novosibirsk, 2010. Abstracts. Edit by acad. Fomin V.M., p. 238–239.
7. Воробьев А.С. Расчет концевой и подпорной вихрей крыла, опирающегося торцом на поверхность. – Тр. ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 2009, вып. 49 (333).
8. Rickard E. Benson, Mats G. Larson. Residual based subgrid modeling with the variational multiscale method. – Finite element center, 2007. ■

В настоящее время для повышения качества подготовки судоводителей широкое распространение получили морские тренажеры и симуляторы. Морские навигационные тренажеры позволяют имитировать различные ситуации, с которыми может столкнуться судоводитель при управлении судном.

Внедрение морских тренажеров и использование физически корректных моделей поведения судов в различных условиях способствует приобретению необходимых качеств и накоплению будущими необходимым опытом уже на ранних стадиях их подготовки.

В связи с этим возрастает требование к качеству поведенческого моделирования движения судна при различных операциях. При этом следует отметить, что прогнозирование параметров управляемого движения различных морских подвижных объектов относится к наиболее сложным задачам корабельной гидродинамики. Это объясняется прежде всего сложным трехмерным характером вязких течений, возникающих при криволинейном движении судов, корпус которых имеет в общем случае сложную пространственную геометрию и развитую систему выступающих частей. Существенно о также то, что в большинстве случаев маневрирование выполняется в условиях разнообразных путевых условий (например, течений, морского волнения и пр.) или границ акватории (например, дна водоема, стенок канала и др.). Все сказанное приводит к существенному изменению сил и моментов, действующих на корпус судна и его элементы, по сравнению с их значениями, определенными без учета этих факторов.

В последнее время все больший интерес приобретает исследование маневрирования судов в стесненных акваториях [1–5]. Это связано в первую очередь с повышением безопасности судоходства в портах и каналах различной конфигурации. Примерами такого маневрирования служат проводки больших судов по таким каналам, как Панамский или Суэцкий, и маневрирование малых буксиров вблизи больших судов.

Основным способом определения гидродинамических характеристик был и остается экспериментальный, однако в связи с интенсивным развитием вычислительной техники все большее значение приобретают численные методы. Применение методов вычислительной гидроаэродинамики позволяет глубже исследовать процессы, происходящие при маневрировании судна.

Настоящая работа посвящена разработке метода определения гидродинамических сил и моментов, возникающих при маневрировании судна вблизи вертикальной стенки в плоскопараллельной постановке.

Для проведения численного исследования был выбран схематизированный объект с корабельными обводами, имеющими следующие геометрические характеристики: $L = 2,5$; $B = 0,446$; $L/B = 5,6$ (рис. 1).

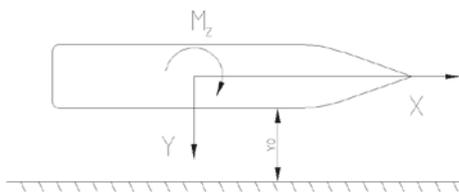


Рис. 1. Внешний вид объекта исследования

ДВИЖЕНИЕ СУДНА В ОГРАНИЧЕННОЙ АКВАТОРИИ В ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ПОСТАНОВКЕ

*А.Г. Егорова, доцент,
Д.В. Никущенко, канд. техн. наук, доцент,
А.М. Четвертаков, аспирант, СПбГМТУ,
контакт. тел. (812) 495 0227*

Параметры движения и геометрия объекта выбирались таким образом, чтобы в дальнейшем можно было сравнить их с результатами экспериментальных данных, полученных с использованием ротативной установки.

Задача решалась в связанной с судном системе координат. Ось X была направлена в сторону носовой оконечности судна, ось Y – на правый борт, положительное направление момента M_z – вокруг начала координат по часовой стрелке, y_0 – расстояние от вертикальной стенки до борта судна, начало координат располагалось в точке пересечения диаметральной плоскости и мидель-шпангоута.

Для исследования использовался расчетный комплекс Fluent®; для замыкания уравнений Рейнольдса – двухпараметрическая SST-модель турбулентности. Внешний вид расчетной области представлен на рис. 2.

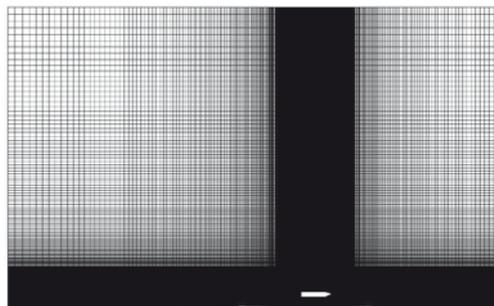


Рис. 2. Внешний вид расчетной области

Исследовались влияние следующих параметров на гидродинамические характеристики (ГДХ) корпуса судна: угол дрейфа судна β , число Фруда Fr вблизи стенки, относительное отстояние борта судна от стенки $y' = y_0/B$.

В результате были получены приближенные зависимости для боковой силы C_y и вертикального момента M_z в связанной с судном системе координат в зависимости от каждого параметра. Для полученных зависимостей находили аппроксимационные функции в виде полиномов n -го порядка:

$$C_y = f_{C_y}(Fr, \beta)(y')^n + f_{C_y}(Fr, \beta)(y')^{n-1} + \dots + f_{C_y}(Fr, \beta)(y') + f_{C_y}(Fr, \beta);$$

$$M_z = f_{M_z}(Fr, \beta)(y')^n + f_{M_z}(Fr, \beta)(y')^{n-1} + \dots + f_{M_z}(Fr, \beta)(y') + f_{M_z}(Fr, \beta).$$

На первом этапе исследовалось влияние угла дрейфа на ГДХ корпуса судна. Рассматривались изменения коэффициентов боковой силы и вертикального момента. Угол дрейфа менялся от 0 до 180° с шагом в 10° и откладывался по часовой стрелке в сторону стенки, которая находилась по правому борту. Относительное отстояние судна от вертикальной

стенки было постоянным. Величину этого отстояния выбирали таким образом, что при увеличении угла дрейфа от 0 до 180° судно, не касаясь стенки, могло выполнить поворот вокруг вертикальной оси.

На рис. 3 и 4 представлены результаты моделирования в сравнении с экспериментальными данными. Сравнение численного расчета с экспериментальными данными показало, что в плоскопараллельной постановке силы и моменты получаются завышенными. Это можно объяснить тем, что в плоской постановке не учитываются волнообразование и общая полнота подводной части корпуса судна. С целью учета трехмерного характера движения жидкости вблизи корпуса судна найденные значения должны быть откорректированы.

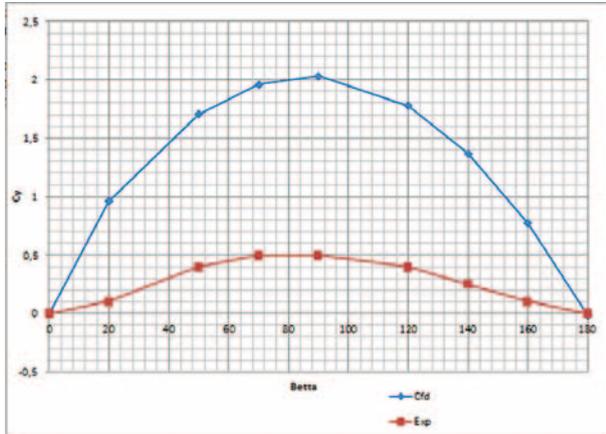


Рис. 3. Зависимость коэффициента боковой силы от угла дрейфа

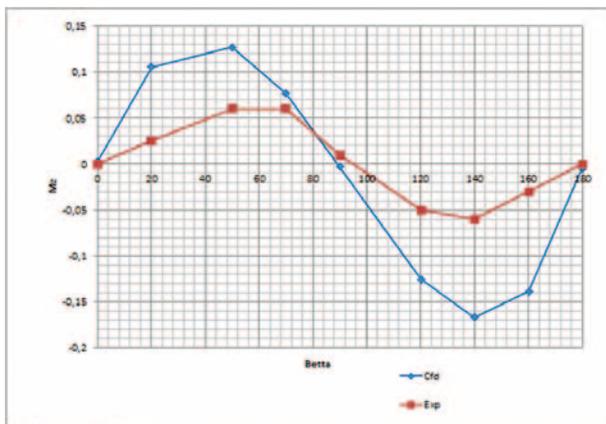


Рис. 4. Зависимость коэффициента вертикального момента от угла дрейфа

Полученные результаты позволяют в первом приближении использовать плоскопараллельную постановку для учета добавочных усилий при движении судна вдоль стенки.

На *втором этапе* исследовалось влияние скорости на ГДХ корпуса судна. При этом угол дрейфа не изменялся и был равен 0°. В штатных условиях скорость судна при подходе к границам акватории или к другим судам в большинстве случаев невысока, поэтому в расчетах число Фруда изменялось от 0,1 до 0,3 с шагом 0,1.

Результаты моделирования представлены на рис. 5 и 6. Можно видеть, что влияние числа Фруда на боковую силу проявляется только вблизи стенки. В целом же влияние скорости на ГДХ корпуса судна довольно слабое в силу небольшого значения.

На *третьем этапе* исследовалось влияние отстояния судна от стенки на ГДХ судна. Результаты численного исследования представлены на рис. 7 и 8. Видно, что влияние стенки начинается на расстоянии 3,5 ширины корпуса судна от стенки.

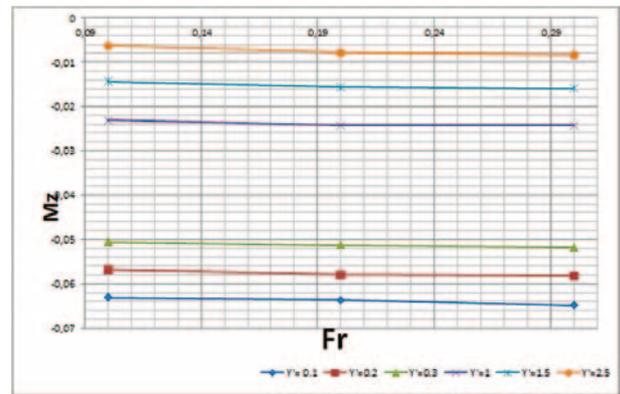


Рис. 5. Зависимость коэффициента вертикального момента от числа Фруда

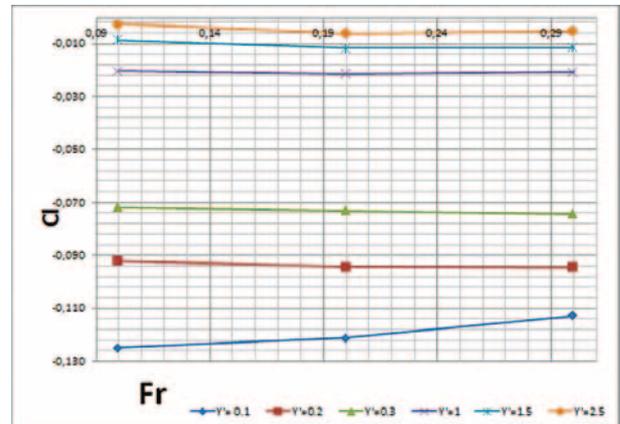


Рис. 6. Зависимость коэффициента боковой силы от числа Фруда

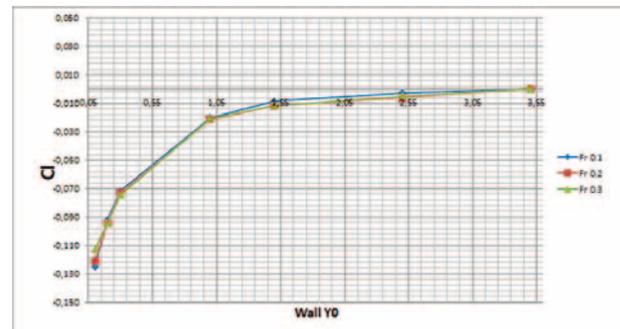


Рис. 7. Зависимость коэффициента боковой силы от относительного отстояния от стенки

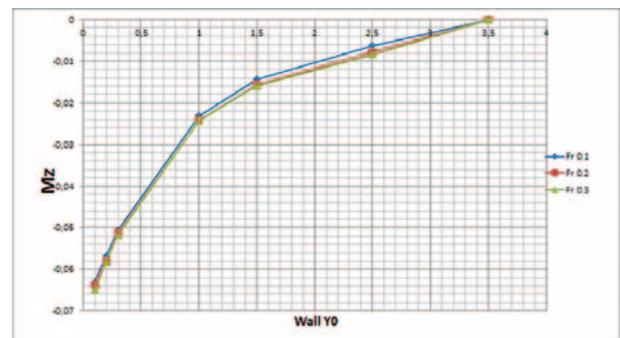


Рис. 8. Зависимость коэффициента вертикального момента от относительного отстояния от стенки

Для обработки результатов были применены методы регрессионного анализа и найдены зависимости для нахождения дополнительных сил и моментов при движении судна вдоль стенки.

Для верификации были выбраны математические модели танкеров «Ellen Knutsen» и «Axel Spirit».

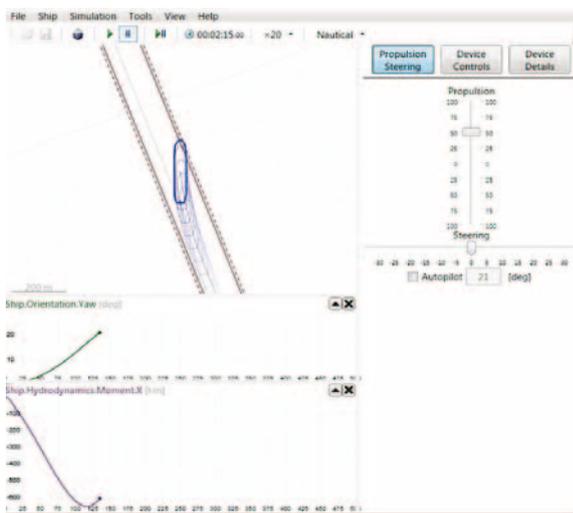


Рис. 9. Движение в канале оригинальной модели «Ellen Knutsen»

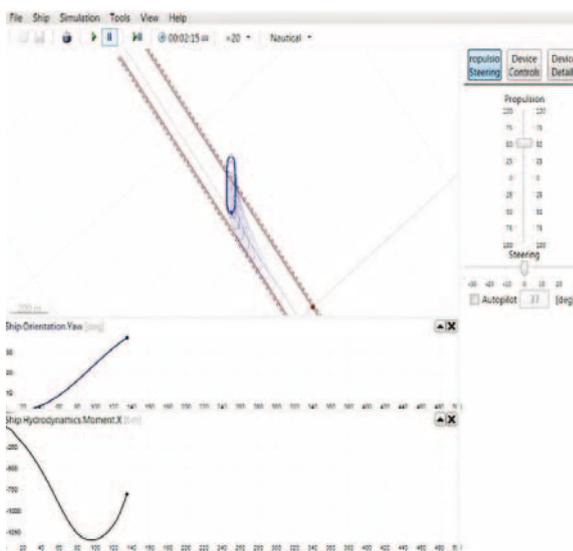


Рис. 10. Движение в канале обновленной модели «Ellen Knutsen»

Было выполнено несколько тестовых упражнений на морском тренажере. На рис. 9 можем видеть поведение первоначальной математической модели, для которой влияние границ акватории было настроено интуитивным способом на основе опыта судоводителей.

На рис. 10 – то же судно, но влияние границ рассчитано с помощью полиномов.

На рис. 11 показано неудовлетворительное поведение судна вблизи границ канала; на рис. 12 – поведение математической модели судна под влиянием стенок, посчитанных с использованием предлагаемых зависимостей.

ВЫВОДЫ

В настоящей работе было выполнено численное исследование влияния вертикальной стенки на ГДХ судна; составлены аналитические зависимости для вычисления боковой силы и вертикального момента при движении вблизи стенки; выполнена апробация полученных зависимостей в применении к описанию движения судов «Ellen Knutsen» и «Axel Spirit».



Рис. 11. Движение в канале оригинальной модели «Axel Spirit»

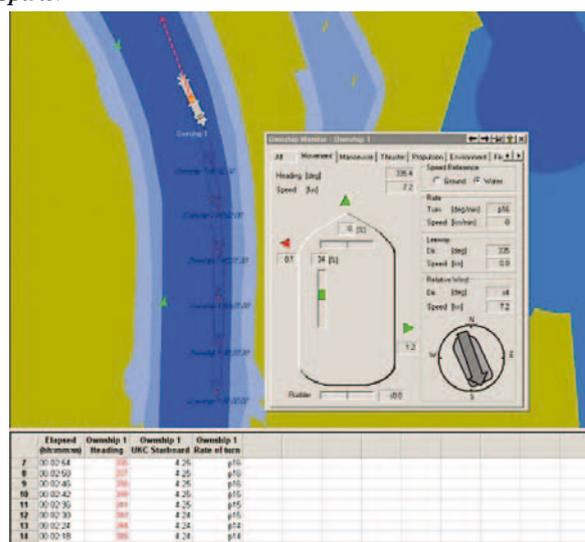


Рис. 12. Движение в канале обновленной модели «Axel Spirit»

ЛИТЕРАТУРА

1. *Chetvertakov A.M., Lebedeva M.P., Nikushchenko D.V.* Numerical investigation of bank influence on a ship motion. – Second International Conference on Ship Manoeuvring in Shallow and Confined Water: Ship-to-Ship Interaction. Trondheim, Norway, 2011.
2. *Vantorre, M., Delefortie, G., Eloit, K., Laforce, E.* Experimental investigation of ship-bank interaction forces. – MARSIM'03, 2003.
3. *Duffy J.T.* Prediction of bank induced sway force and yaw moment for ship-handling simulation. – Ship Hydrodynamics Centre, Australian Maritime College. SimTecT, 2005.
4. *Miao Q., Chwang A.T., Xia J., Duffy J.* Numerical study of Bank Effects on a Ship Traveling in a Channel. – The 8th International Conference on Numerical Ship Hydrodynamics, 2003.
5. *Лебедева М.П., Никущенко Д.В., Четвертаков А.М.* Теория взаимодействия судна с вертикальной стенкой в плоской постановке. – Сб. тез. докл. 10-й Международной школы-семинара «Модели и методы аэродинамики», 2010. ■

Николай Петрович Муру родился 18 декабря 1921 г. в городе Орле.

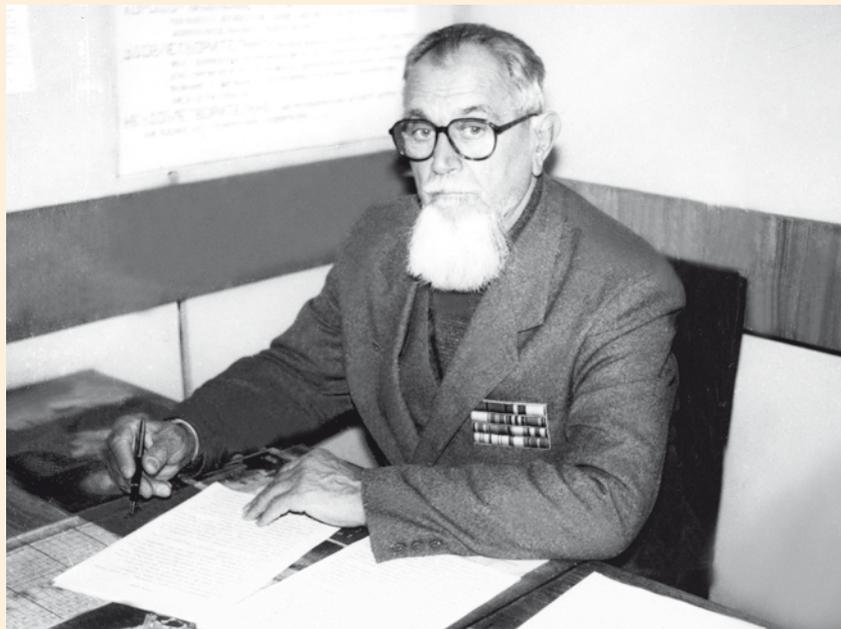
В 1939 г. он окончил с «золотым» аттестатом среднюю школу и поступил в Высшее военно-морское инженерное училище им. Ф.Э. Дзержинского и в 1944 г. закончил его кораблестроительный факультет с занесением имени на мраморную Доску почета.

В 1942 г. Н.П. Муру участвовал в достройке и швартовых испытаниях подводных лодок XII серии в г. Молотовск (Северодвинск). В 1943 г. участвовал в аварийно-восстановительном ремонте боевых кораблей Черноморского флота в г. Потти. За успешный ремонт поврежденного авиабомбой лидера «Харьков» и освоение метода ремонта винторулевой группы без докования, путем установки кессона, был награжден Почетной грамотой наркома ВМФ Н.Г. Кузнецова.

С 1944 по 1950 г. участвовал в подъеме частями АСС ВМФ затопленных кораблей, судов, плавдоков и иных плавсредств в портах Таллина, Палдиски, Риги, Варнемюнде, где показал себя грамотным специалистом и организатором, за что был награжден орденом Отечественной войны 2-й степени.

С 1950 г. Николай Петрович – на научной и преподавательской работе в Высшем военно-морском инженерном училище им. Ф.Э. Дзержинского. В 1953 г. он успешно защитил кандидатскую диссертацию, посвященную способам и методам судоподъема. В 1956 г. его назначили главным инженером – заместителем начальника Экспедиции особого назначения, сформированной для подъема затонувшего в Севастопольской бухте линкора «Новороссийск». Существенные коррективы, внесенные Н.П. Муру в проект подъема, позволили значительно снизить трудозатраты и ускорить успех операции.

К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРА Н.П. МУРУ



Вернувшись в училище, Николай Петрович продолжал чтение лекций по теории корабля до 2001 г.

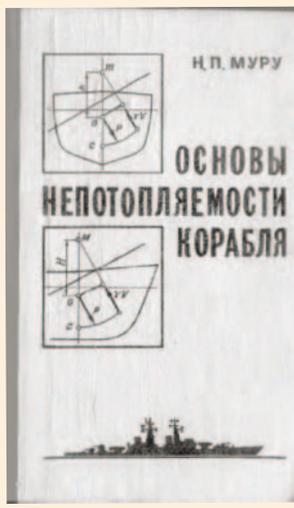
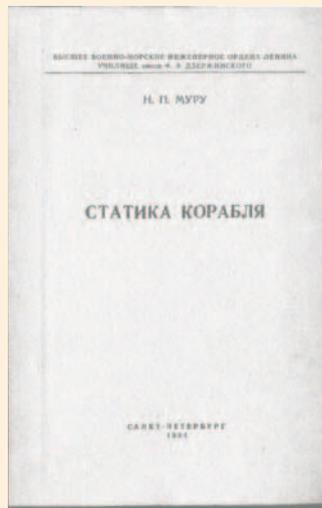
За полвека преподавательской деятельности доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ Н.П. Муру подготовил более 5000 учеников, обогатив их знаниями и навыками обеспечения остойчивости и непотопляемости корабля.

Н.П. Муру – автор более 200 научных работ, методик и разработок учебных курсов. Им подробно описаны наиболее важные операции судоподъема за более чем 100-летнюю историю флотов разных стран.

Среди работ Николая Петровича –

такие монографии и учебники, как «Справочник специалиста АСС» (1963), «Обеспечение непотопляемости корабля» (1965), «Статика корабля» (1969), «Прикладные задачи статистики корабля» (1970), «Теория подводной лодки» (1975), «Непотопляемость надводного корабля» (1983), «Статика судоподъема» (1985), «Основы непотопляемости корабля» (1990), «Незабываемые годы» (1990), «Катастрофа на внутреннем рейде» (1999).

Н.П. Муру активно работал в составе специализированных советов ВВМИУ, ВМА, 40 ГОСНИИ, принимал деятельное участие в работе Президиума НТС Регистра СССР, НТО им. акад. А.Н. Крылова. ■





- Разработка проектов морских, внутреннего и смешанного (река-море) плавания судов, в том числе нефтеналивных, сухогрузных судов, железнодорожных паромов, газозов, природоохранных судов, барже-буксирных составов, судов технического флота, судов для обслуживания шельфа и вспомогательных судов;
- Проекты "конверсии" (строительства новых судов с использованием элементов существующих судов - доноров) и крупных модернизаций судов;
- Проекты переклассификации и обновления (реновации), изменения назначения, повышения грузоподъемности и контейнеровместимости судов;
- Прочностные и мореходные расчеты судов и морских сооружений, разработка судовой эксплуатационной документации;
- Расчетная поддержка аварийно-спасательных мероприятий (круглосуточная служба аварийной поддержки ERS);



- Экспресс - консультации и экспертные оценки по вопросам технической эксплуатации судов, проектных и предпроектных проработок;
- Научные исследования;
- Проведение опытов кренования, маневренных испытаний, экспериментальных исследований прочности и мореходных качеств.

Только за 2009 год по проектам Морского Инженерного Бюро было построено и сдано в эксплуатацию 18 новых судов и 6 после крупной модернизации. Суммарный дедвейт сданных судов составил 196 тыс. тонн.

Среди них 7 многоцелевых сухогрузных судов, 3 танкеров - продуктовозов-химовозов, 2 железнодорожных парома для Черного моря, 4 балкера, 1 быстроходное сухогрузное судно и 1 ледокольный буксир.

Одесса

www.meb.com.ua

Санкт-Петербург

ул. Тенистая, 15, г. Одесса, 65009, Украина
Тел.: +38 (0482) 347928, факс: +38 (0482) 356005
E-mail: Office@meb.com.ua

Кронверкский пр., 33, офис 18, г. Санкт-Петербург, 197101, Россия
Тел.: +7 (812) 2336403, 2328538, 4980959, факс: +7 (812) 2380959
E-mail: Meb@peterlink.ru

В соответствии с современными тенденциями постройки судна его проект может быть выполнен в одной стране, строиться судно в другой, а эксплуатироваться в третьей, при этом меняя класс, владельца и флаг. Именно поэтому международная общественность в лице ИМО и МАКО придает большое внимание унификации требований к судам и их элементам, в первую очередь к корпусным конструкциям. Необходим единый стандарт безопасности, и он создается в виде единых Правил МАКО на основе современных подходов к расчетам, с учетом наличия мощных программ, считающих прочность методом конечных элементов (МКЭ), вероятностного подхода, анализа большого количества различных факторов. Например, нефтеналивные суда с двойными бортами длиной 150 м и более, контракты на постройку которых были заключены 1 апреля 2006 г. и позднее, должны отвечать требованиям общих Правил МАКО [1, 2] (в дальнейшем – Правил). Российский Морской Регистр судостроительства (РС) как член МАКО также ввел этот документ в ч. XVIII Правил классификации и постройки морских судов [3].

В рамках Правил решаются следующие задачи конечно-элементного прочностного анализа корпусных конструкций танкеров:

- оценка общей продольной прочности корпуса, проверка прочности рамных связей и поперечных переборок в районе миделя;

- проверка прочности корпуса у поперечных переборок при действии перерезывающих сил в носовом и кормовом районах грузовой зоны ($0.75L$ и $0.25L$ от кормового перпендикуляра соответственно, где L – длина судна);

- проверка местной прочности отдельных деталей и узлов, расположенных в районе миделя;

- оценка усталостной прочности узла соединения настила двойного дна с наклонным листом скуловой цистерны на пересечении с флором.

Целью настоящей статьи является изучение конечно-элементной (КЭ) модели средней части грузовой зоны, используемой при решении первой из перечисленных выше задач – оценке общей продольной прочности корпуса, проверке прочности рамных связей и поперечных переборок в районе миделя. При незначительной модификации эта модель позволяет решить и остальные задачи.

Требования к КЭ модели, состоящей из трех танков по длине, даны в Приложении В «Structural strength assessment» Правил.

Особенности моделирования рассмотрены на примере танкера «Daewoo»

ОСОБЕННОСТИ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГРУЗОВОЙ ЗОНЫ ТАНКЕРОВ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ОБЩИХ ПРАВИЛ МАКО

Г.В. Егоров, д-р техн. наук, проф., ген. директор,
А.А. Соловьев, канд. техн. наук, доцент, руководитель группы,
Н.Ф. Бутенко, научный сотрудник, зам. руководителя группы,
ЗАО «Морское Инженерное Бюро – СПб»,
контакт. тел. (812) 232 8538

дедвейтом 300 000 т, модель которого использовалась при перекрестной проверке (cross check), проводимой МАКО в 2007 г. Авторы входили в состав рабочей группы РС.

Главные размеры танкера типа VLCC

Длина:	
по Правилам, L , м	315,82
между перпендикулярами, $L_{шир}$, м	320,00
Ширина расчетная, B , м	58,00
Высота борта, D , м	31,00
Наличие скулового килля	ДА
Радиус скулы, м	2,4
Эксплуат. скорость, v_s , уз	15,8
Осадка, $T_{ос}$, м	22,023
Коэффициент полноты (по Правилам), C_b	0,825
Осадка в полном балласте, $T_{бал}$, м	12,523

На рис. 1 представлена половина конечно-элементной $V_{(КЭ)}$ модели рассматриваемого судна. Основные параметры модели представлены в табл. 1. Общее количество неизвестных – 849 528.

В состав модели входят три грузовых танка по длине в полную ширину судна, так как, согласно Правилам оценка на-

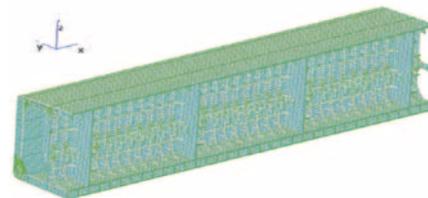


Рис. 1. Половина конечно-элементной модели танкера «Daewoo» (показан только левый борт модели)

пряжений выполняется в районе среднего грузового танка, включая шельфы и рамные стойки его кормовой и носовой поперечных переборок (рис. 2).

Трехотсечная модель обеспечивает удаленность района, в котором оцениваются напряжения от границ модели. Extent of FE Model for Verification against Acceptance Criteria

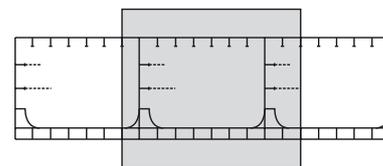


Рис. 2. Район оценки напряжений

Тем самым локальная стесненность деформаций, обусловленная силовыми

Основные параметры модели

Таблица 1

Элемент	Шп.	Расстояние, м
Кормовой рамный шпангоут	68	
Положение кормовой поперечной переборки	70	101.35
Положение кормовой поперечной переборки среднего грузового танка	80	152.55
Положение носовой поперечной переборки среднего грузового танка	90	203.75
Положение носовой поперечной переборки	100	254.95
Носовой рамный шпангоут	102	
Отстояние нейтральной оси от основной плоскости		13.53
Рамная шпация		5.12
Материал корпуса $R_{ст}$, МПа		355.0

и кинематическими граничными условиями, приложенными по концам модели, не будет оказывать заметного влияния на результирующие напряжения в районе среднего грузового танка.

Кроме того, при выполнении расчетов используется процедура корректировки (adjustment) перерезывающих сил и изгибающих моментов, обеспечивающая их требуемое распределение по длине модели. Выполнение такой корректировки проще всего реализуется в рамках трехотсечной модели.

Наконец, необходимость использования модели полной ширины (равной ширине судна) обусловлена наличием несимметричных загрузок.

Теоретически такие расчеты могут быть выполнены и с использованием только половины модели путем комбинации напряжений, полученных из расчета ряда симметричных и кососимметричных случаев загрузки с соответствующими граничными условиями в плоскости ДП, но такая процедура сложнее и повышает риск возникновения ошибок расчетчика.

Поэтому использование модели полной ширины упрощает анализ несимметричных условий загрузки и уменьшает вероятность возникновения ошибок при проведении расчетов.

Мощность процессоров и объемы оперативной памяти современных компьютеров позволяют успешно решать трехотсечные модели полной ширины.

Разработанная «Морским Инженерным Бюро» (МИБ) программа «CSR_TANKER» использует технологии разреженных матриц, хранимых в строчном формате [6]. Решение системы уравнений выполняется итерационным методом сопряженных градиентов, теоретические основы которого изложены, например, в [4].

Для приведенной выше модели и при использовании компьютера с процессором Intel(R)Core(TM)2Duo E8400, 3,00 ГГц и объеме оперативной памяти 1,96 Гб время выполнения расчета одного варианта загрузки с точностью 10^{-7} составляет 30–45 мин.

Остаточные толщины элементов модели определяются с использованием концепции «net» толщин, описанной в п. 6/б.3.3.1 Правил. Суть ее состоит в том, что КЭ модель грузового танка должна отражать общее изношенное состояние корпуса. Предположение, что все связи корпуса одновременно окажутся изношенными на величины максимальных коррозионных надбавок, считается нереалистичным.

Поэтому при оценке общей прочности корпуса и прочности рамных связей полагают, что все элементы конструкции изношены на 50% соответствующим

максимальных запасов на коррозионный износ.

Для оценки же местной прочности отдельных деталей и узлов с использованием уточненных конечно-элементных сеток, а также при проверке устойчивости отдельных пластин и подкрепленных панелей из проектных толщин пластин и ребер жесткости вычитается полный запас на коррозионный износ.

Использование пластинчато-стержневой модели грузовых танков, учитывающей конкретные конструктивные особенности корпуса судна, позволяет повысить точность определения напряжений в конструкции и минимизировать расхождения в результатах расчетов прочности одного и того же судна, выполняемых независимыми расчетчиками. Такая процедура моделирования делает более легким и точным процесс нахождения напряжений для оценки устойчивости панелей.

Цель конечно-элементного анализа прочности грузового танка состоит в оценке общей прочности конструкции. При этом задачи по определению напряжений в узлах и прерывистых связях не ставится, так как размер используемой сетки слишком крупный для правильного представления их геометрии.

Проверка прочности деталей и узлов выполняется с использованием уточненного (fine mesh) КЭ анализа (рис. 3).

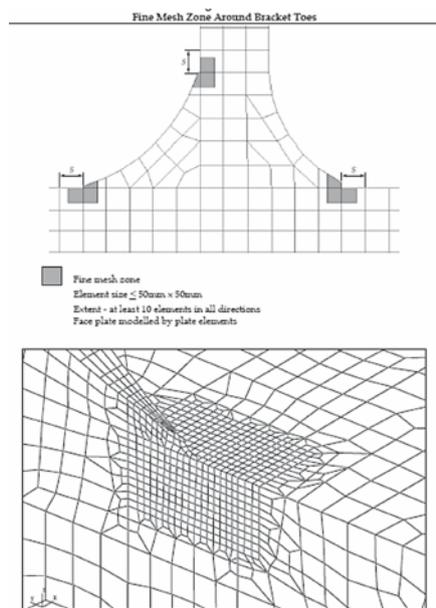


Рис. 3. Использование уточненного КЭ анализа (fine mesh)

При моделировании гофрированных переборок важно сохранить правильную геометрическую форму гофра. Разница в геометрии приводит к изменению момента инерции и площади поперечного сечения гофра, а вычисленные напряжения окажутся неверными. Поэтому неточности в моделировании формы гофра следует избегать, однако если сделать это невозможно, по-

лученные в расчете напряжения должны быть откорректированы с использованием процедуры, приведенной в Приложении В/2.7.2 Правил.

Для моделирования панелей, подкрепленных ребрами жесткости и находящихся под действием поперечных нагрузок, используются оболочечные конечные элементы (т.е. пластинчатые элементы, воспринимающие одновременно действие изгибающих и мембранных сил) совместно с балочными элементами, обладающими осевой, крутильной, сдвиговой и изгибной жесткостью. Моделирование конструкций, к которым поперечные нагрузки не прикладываются, может осуществляться с помощью мембранных элементов, находящихся в плоском напряженном состоянии и стержней, работающих только на растяжение–сжатие.

В программе CSR_TANKER используются плоские прямоугольные и треугольные оболочечные элементы, полученные объединением матриц жесткости элементов, находящихся в плоском напряженном состоянии с матрицами элементов, работающих на изгиб [5], а также балочные элементы. В каждом узле конечного элемента находится по шесть неизвестных.

В КЭ модель не включаются короткие, срезанные «на ус» ребра жесткости, длины которых менее длин сторон соответствующих пластинчатых элементов. Если длина ребра жесткости превышает размер стороны пластинчатого элемента, его необходимо включить в модель.

Расположение ребер жесткости, подкрепляющих стенки рамных связей, может оказаться нерегулярным. В таких случаях, чтобы избежать нарушения регулярности КЭ сетки и появления в составе модели дополнительных треугольных элементов, а также четырехугольных элементов неправильной формы, может быть допущена корректировка положений узловых точек ребер жесткости стенки при условии, что величина такой корректировки не превышает 20% шапации ребер жесткости. Использование этого допущения не приводит к необходимости корректировки напряжений при оценке прочности и устойчивости конструкций.

Учет вырезов в стенках рамных связей осуществляется в соответствии с табл. В.2.2 Приложения В Правил.

Анализ прочности грузовых танков с помощью рассмотренной выше модели предназначен для оценки общей прочности конструкций грузового танка. Поэтому небольшие вырезы либо совсем не учитываются (при $h_0/h < 0.35$ и $l_0 \leq h_0$, где h – высота стенки, h_0 – высота выреза, l_0 – длина выреза), либо их учитывают следующим образом: Для вырезов с отношением $h_0/h < 0.35$ и $l_0 \leq h_0$ де-

формация, направленная поперек выреза, обусловлена чистым сдвигом. В таких случаях сам вырез не моделируется, а толщина стенки в данном поперечном сечении уменьшается пропорционально потере материала. В случае длинных вырезов возникает совместная изгибно-сдвиговая деформация. Эффект изгибной деформации учитывается с помощью использования поправочного коэффициента g_0 к толщине деформации чистого сдвига.

Большие вырезы с отношением $h_0/h \geq 2$ или $g_0 \geq 2$ необходимо включать в модель грузового танка с сохранением геометрии выреза.

Местные напряжения, возникающие в районе вырезов, подлежат дополнительной оценке с использованием мелкой конечно-элементной сетки и с точным моделированием геометрии выреза.

Правила не запрещают включать в КЭ модель грузового танка небольшие вырезы с сохранением их геометрии (даже если их размеры позволяют осуществить учет выреза путем уменьшения толщины стенки). Однако формула, приведенная в Приложении В.3.1.6 Правил и определяющая необходимость выполнения уточненного анализа напряжений в районе выреза, применима только в случаях, когда геометрия выреза не включалась в модель грузового танка. Если геометрия выреза была включена в модель грузового танка, выполняется анализ напряжений в районе выреза с использованием мелкой сетки.

Вопросы, связанные с определением внешних нагрузок, прикладываемых к модели, выходят за рамки настоящей статьи.

Каждый случай загрузки при моделировании состояния «судно в море» является комбинацией соответствующей схемы нагружения (loading pattern), определенной в табл. В.2.3 и В.2.4 Приложения В и динамического случая загрузки, определенного в табл. 7.6.2 Правил.

При этом в табл. В.2.3 представлены схемы загрузки для танкеров с тремя грузовыми танками по ширине судна, а в табл. В.2.4 – с двумя грузовыми танками. Динамические случаи загрузки для каждой схемы нагружения указаны в столбце «Dynamic load cases» табл. В.2.3 и В.2.4 Приложения В.

Так, например, табл. В.2.3 включает 15 динамических случаев загрузки для состояния «судно в море» для проверки прочности корпуса в районе миделя, 4 динамических случая для проверки прочности при действии максимальных перерезывающих сил в сечениях, расположенных на $0.25L$ и $0.75L$ от кормового перпендикуляра, а также шесть статических загрузок для состояния «судно в порту».

Оценка прочности продольных конструктивных элементов корпуса при действии на корпус вертикальных перерезывающих сил в носовом и кормовом поперечных сечениях может базироваться на КЭ модели миделевого грузового танка с модификацией характеристик пластин и ребер жесткости. Ускорения для носового района принимаются на $0.75L$ от кормового перпендикуляра, а для кормового района на $0.25L$ от КП. Процессы определения давлений со стороны моря и груза, а также процесс загрузки КЭ модели, в программе CSR_TANKER полностью автоматизированы.

На концевые сечения модели грузовых танков накладываются граничные условия, указанные в табл. В.2.9 Приложения В Правил. Перемещения модели по направлениям координатных осей Y, Z ограничиваются с помощью упругих опор (пружин), воспринимающих действие неуравновешенных нагрузок. Направление координатных осей показано на рис. 1.

Рассматриваются только вертикальные перерезывающие силы, действующие в обшивках борта, внутреннего борта и продольных переборок, а также горизонтально-поперечные перерезывающие силы, возникающие в настилах палубы, двойного дна и днищевой обшивке. Сдвиговыми усилиями, возникающими, например, в бортовых стрингерах, пренебрегают.

Пружины устанавливаются в носовых и кормовых концевых узлах модели (рис. 4). Жесткость пружин каждого элемента конструкции (борта, палубы и т.д.) подсчитывается исходя из сдвиговой площади рассматриваемого элемента конструкции, как подробно описано в п. 2.6.2 Приложения В Правил.

В программе CSR_TANKER процедура установки упругих опор по концам модели выполняется автоматически.

Ограничение перемещений модели вдоль оси X обеспечивается следующим образом. Для выполнения гипотезы плоских сечений в носовом и кормовом поперечных сечениях модели на пересечении нейтральной оси сечения и ДП создаются независимые узловые точки (Independent point), жестко связанные (rigidly linked) с продольными связями корпуса (рис. 5). Перемещение кормовой независимой точки вдоль оси X судна запрещено, на перемещения носовой независимой точки никаких ограничений не накладывается.

Прочность грузового отсека нормируется по эквивалентным допускаемым напряжениям согласно Правил в долях от предела текучести материала конструкции.

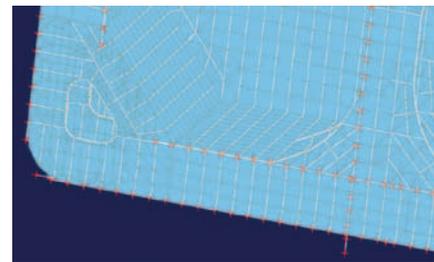


Рис. 4. Пружины, жестко зажатые на одном конце

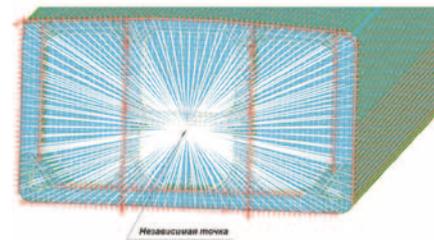


Рис. 5. Граничные условия по концам модели

Эквивалентные напряжения определяются по формуле Мизиса (von Mises), МПа (Н/мм²):

$$\sigma_{vm} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau_{xy}^2},$$

где σ_x – нормальные напряжения в элементе в направлении x ; σ_y – нормальные напряжения в элементе в направлении y ; τ_{xy} – касательные напряжения в плоскости XY .

Напряжения σ_x , σ_y и τ_{xy} определяются в центре тяжести элемента на уровне срединной поверхности (мембранные напряжения). Напряжения, возникающие от изгиба пластины или оболочки, не учитываются.

Ниже представлены результаты расчета прочности танкера «Daewoo» (случай A1D1). Загружены все носовые и кормовые танки и средний центральный танк. Схема загрузки дана на рис. 6. Судно движется «в разрез волне», подошва волны, осадка составляет $0,9T_{sc}$, 100% прогиба (сумма моментов тихой воды и волнового момента равны суммарному допускаемому моменту в море). Для обеспечения 100%-ного прогиба к концам модели приложен дополнительный корректирующий момент величиной $-11\,119\,254$ кН. Корректировка перерезывающих сил не производилась.

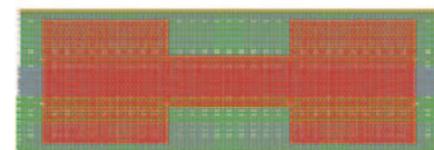


Рис. 6. Схема загрузки A1D1 (вид сверху)

Схема деформации трехотсечной КЭ модели показана на рис. 7. Максимальный прогиб составил 266 мм.

На рис. 8 представлено распределение эквивалентных напряжений по Мизису в настиле палубы (ЛБ). Попе-

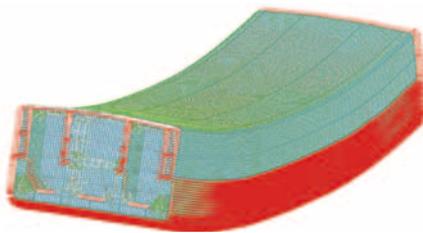


Рис. 7. Схема деформации трехотсечной модели

речные переборки показывают границы танков.

На рис. 9 указаны контрольные элементы на палубе (ЛБ), в которых в рамках перекрестной проверки производился контроль напряжений.



Рис. 8. Распределение эквивалентных напряжений по Мизису в настиле палубы

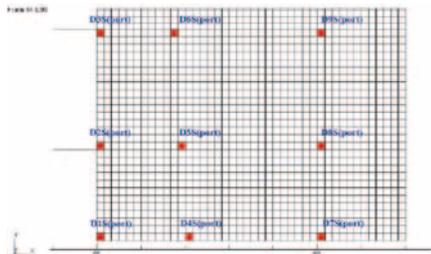


Рис. 9. Контрольные элементы на палубе

Распределение эквивалентных напряжений по Мизису в рамном шпангоуте 87 представлено на рис. 10. На рис. 11 показаны контрольные элементы в рамном шпангоуте.

Результаты расчетов нормальных, касательных и эквивалентных напряжений в контрольных элементах настила палубы и рамного шпангоута 87, выполненных МИБ по программе CSR_TANKER и программой Бюро Веритас представлены в табл. 2.

На рис. 12 приведено сравнение результатов расчетов эквивалентных напряжений в рассматриваемых элементах, показавшее их близкую сходимость – максимальная невязка для палубы составила 0,46 МПа и 2,57 МПа для рамного шпангоута.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Исследована КЭ модель средней части грузовой зоны, необходимой для оценки общей продольной прочности корпуса. Выполнена проверка прочности рамных связей и поперечных переборок в районе миделя. При незначительной модификации эта модель позволяет решить и остальные задачи общих Правил МАКО.

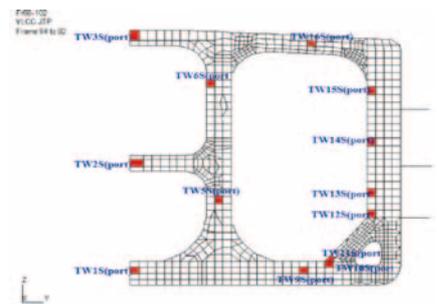
2. Разработана программа CSR_TANKER, которая использует техноло-



Рис. 10. Распределение эквивалентных напряжений по Мизису рамном шп. 87

гии разреженных матриц, хранимых в строчном формате. Решение системы уравнений выполняется итерационным методом сопряженных градиентов.

3. Особенности моделирования рассмотрены на примере танкера «Daewoo» дедвейтом 300 000 т, модель которого



Transverse Web (Frame 87)
Рис. 11. Контрольные элементы в рамном шпангоуте

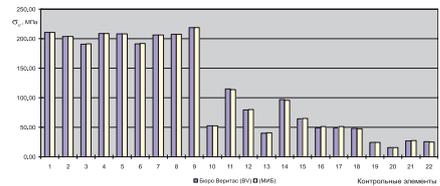


Рис. 12. Сравнение результатов расчета эквивалентных напряжений

Таблица 2

Результаты расчета нормальных, касательных и эквивалентных напряжений

№	Связь	№ элемента на схеме	Бюро Веритас (BV)				МИБ			
			Напряжения, МПа				Напряжения, МПа			
			σ_e	σ_x	σ_y	σ_{xy}	σ_e	σ_x	σ_y	σ_{xy}
1	Палуба	D1S(port)	210,76	-216,74	-12,53	-0,09	210,73	-216,73	-12,57	-0,08
2		D2S(port)	203,82	-207,45	-7,67	-3,71	203,70	-207,69	-8,41	-3,42
3		D3S(port)	190,68	-195,13	-9,24	-0,60	191,14	-195,49	-9,02	-0,63
4		D4S(port)	208,60	-216,47	-16,77	-0,32	208,55	-216,51	-16,95	-0,33
5		D5S(port)	208,21	-211,73	-7,53	-4,48	208,19	-212,07	-8,26	-4,22
6		D6S(port)	191,33	-197,19	-12,47	2,86	191,77	-197,59	-12,37	-2,86
7		D7S(port)	206,16	-218,11	-26,47	0,23	206,06	-218,16	-26,83	-0,23
8		D8S(port)	207,59	-217,19	-20,78	-1,20	207,39	-217,40	-21,75	-0,74
9		D9S(port)	218,68	-221,11	-11,51	21,17	218,88	-221,54	-11,60	-20,51
10	Рамный шпангоут (Шп. 87)	TW1S(port)	52,67	-43,26	-58,29	-2,98	52,74	-42,85	-58,55	-2,93
11		TW2S(port)	115,18	117,65	5,10	0,27	113,65	116,09	5,04	0,27
12		TW3S(port)	79,25	82,25	6,68	-2,61	80,13	82,98	6,32	-2,58
13		TW5S(port)	40,19	43,73	15,66	6,89	40,52	44,63	15,30	5,75
14		TW6S(port)	97,03	-3,48	-84,69	-29,01	95,40	-4,28	-84,77	-27,44
15		TW9S(port)	64,61	-65,70	-18,32	-15,55	64,92	-65,90	-18,19	-15,69
16		TW10S(port)	48,93	-37,92	-37,44	-18,02	51,18	-37,96	-37,81	-19,87
17		TW11S(port)	48,99	-13,00	-45,02	-16,22	51,56	-26,58	-32,70	-23,78
18		TW12S(port)	48,26	-15,57	-50,47	-10,42	47,69	-14,15	-49,83	-9,93
19		TW13S(port)	24,36	-1,19	-21,41	7,29	24,23	-1,13	-21,18	7,32
20		TW14S(port)	15,76	-0,04	0,74	9,09	15,91	-0,04	0,81	9,17
21		TW15S(port)	27,18	1,99	26,36	5,55	27,43	2,07	26,58	5,67
22		TW16S(port)	25,70	22,61	-0,19	-6,96	24,82	22,83	-2,03	-6,76

использовалась при МАКОВской перекрестной проверке (cross check) в 2007 г.

4. Результаты расчетов нормальных, касательных и эквивалентных напряжений в контрольных элементах настила палубы и рамного шп. 87, выполненных МИБ по программе CSR_TANKER совпадают с результатам, полученными из других источников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Common Structural Rules for Double Hull Oil Tankers. – IACS, 2006, January.

2. Common Structural Rules for Double Hull Oil Tankers. – IACS, 2010, July.
3. Правила классификации и постройки морских судов. – В 5 т./ РС. – СПб.: Изд. РС, 2011. – Т.4.
4. Голуб Дж., Ван Лоун Ч. Матричные вычисления / Пер. с англ. – М.: Мир, 1999. – 548 с.
5. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике / Пер. с англ. – М.: Мир, 1975.
6. Писсанеки С. Технология разреженных матриц / Пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 410 с. ■

К недостаткам быстроходных кораблей и судов переходного режима движения относятся высокий уровень внешних силовых воздействий на корпус в условиях морского волнения, большая интенсивность качки и ударного взаимодействия конструкций днища с волнами (особенно в носовой оконечности судна). Эти обстоятельства приводят в ряде случаев к высокой заливаемости носовых оконечностей судов, низкому уровню комфортабельности и высокой их материалоемкости. Среди мер по снижению внешних силовых воздействий особую ценность представляют такие конструкторские решения, которые способствуют еще и комплексному улучшению мореходных, вибрационных и других характеристик судна.

Для уменьшения качки таких судов используются пассивные успокоители качки в виде крыльев-стабилизаторов [1, 2], однако их роль как средств снижения внешних сил до последнего времени оставалась невыясненной [3], и в существующей практике проектирования судов наличие таких успокоителей не учитывается при назначении расчетных нагрузок на конструкции корпуса. Расчетные исследования [4, 5] показали, что установка относительно небольших крыльев-стабилизаторов качки позволяет существенно увеличить силы сопротивления жидкости качке и вибрации судна [6], а также снизить амплитуды продольной и бортовой качки, уменьшить нагрузки, определяющие прочность корпуса судна в условиях морского волнения, повысить ходовые качества судна в условиях волнения. Относительно просто достигается уменьшение нагрузок на корпус примерно до 30% [4], улучшение условий обитаемости на судне и снижение его материалоемкости. Поскольку расчетные исследования внешних сил основаны на принятии ряда допущений, проверка которых теоретическими методами затруднительна (особенно при изучении нелинейных сил), для оценки достоверности результатов расчетов в мореходном бассейне ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СНИЖЕНИЯ ВНЕШНИХ СИЛОВЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА КОРПУСНЫЕ КОНСТРУКЦИИ СУДНА С ПОМОЩЬЮ ПАССИВНЫХ КРЫЛЬЕВ-СТАБИЛИЗАТОРОВ КАЧКИ

*Г.Б. Крыжевич, д-р техн. наук, начальник сектора,
М.В. Тяло, инженер, ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова»,
контакт. тел. (812) 415 6674*

ва выполнены испытания физической модели быстроходного судна в условиях регулярного волнения.

Объектом экспериментального исследования являлась модель, основные характеристики которой приведены ниже.

Основные характеристики модели

Водоизмещение, кг	65,5
Длина L , м	3,01
Ширина, м	0,398
Осадка средняя, м	0,116
Расстояние от центра масс до миделя, м	0,085
Площадь КВЛ, $см^2$	8550

Корпус модели, выполненный из дерева и пенопласта, разрезался в поперечных сечениях на отдельные секции-блоки, которые затем подвешивались к металлической балке, позволявшей моделировать низшие формы собственных упругих колебаний судна. Разрезы в носовой части модели располагались в сечениях меж-

ду 4-м и 5-м, а также между 7-м и 8-м теоретическими шпангоутами. Кроме того, разрезы выполнялись в миделевом сечении и на 14-м теоретическом шпангоуте. Отдельные секции устанавливались на балке так, чтобы одна секция располагалась относительно другой с небольшим зазором, не стесняющим взаимное перемещение секций при изгибе балки и исключая участие секций в общем изгибе модели. Зазор заклеивался эластичной резиновой лентой, несущественно увеличивающей жесткость модели при ее общем изгибе. Встроенная в модель упругая металлическая балка обеспечивала подобие натурному судну по динамике изгиба корпуса при ударах о волны и позволила измерить изгибающие моменты в четырех поперечных сечениях корпуса.

Модель имела стабилизаторы качки – три пары неподвижных крыльев на шп. 1, 6 и 9. Фотографии моде-

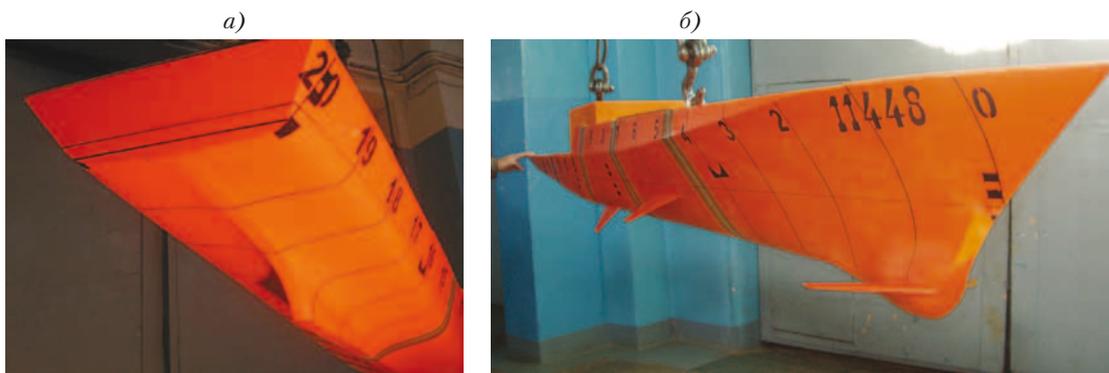


Рис. 1. Модель судна: а – вид с кормы; б – с носа

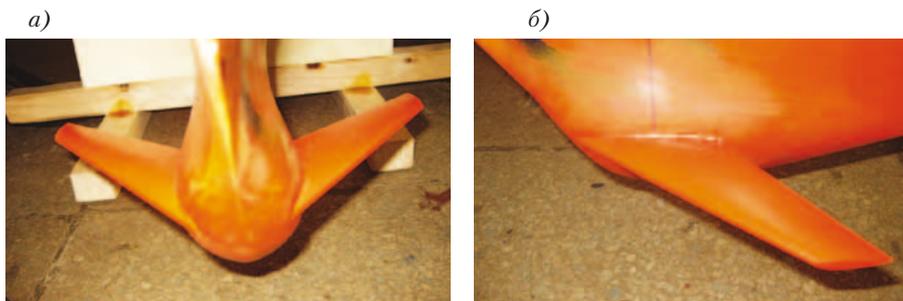


Рис. 2. Носовые крылья-стабилизаторы: а - вид спереди; б - вид сбоку



Рис. 3. Крылья, расположенные на модели в районе шп. 6 (а) и шп. 9 (б) (вид сбоку)

ли и расположенных на ней крыльев-стабилизаторов качки приведены на рис. 1–3. Как видно на них, наибольшее заглибление имеет крыло на бульбе шп. 1 с площадью $2S_1 = 2 \cdot 5270 \text{ мм}^2 \approx 0,0123 \cdot S_{\text{КВЛ}}$, удлинением $\lambda = 7,29$ и сужением (отношением корневой хорды к концевой) $\eta = 2,27$. Два других крыла имеют одинаковую площадь: $2S_{6,9} = 2 \cdot 9390 \text{ мм}^2 \approx 0,022 S_{\text{КВЛ}}$ и $\lambda = 2,53$, но, помимо того, что они размещены на разных шпангоутах, эти крылья имеют и разное заглибление (крыло на шп. 6 расположено вблизи КВЛ). Сужение крыльев на шп. 6 $\eta = 3,84$.

Модель судна испытывалась на тихой воде и встречном регулярном волнении при двух скоростях буксировки модели: 2,4 и 3,2 м/с для четырех вариантов: с тремя, двумя, одной парой боковых крыльев и без них. Значения буксировочного сопротивления на тихой воде зависели от количества установленных на модели пар крыльев-стабилизаторов (табл. 1).

Калибровка изгибающих моментов, их измерение, обработка и анализ проводились при положении модели на плаву.

Испытания модели на встречном волнении проводились с использованием штатной буксировочной установки ЭУ-64М и видеосъемки поведения модели на волнении.

Волнопродуктором генерировались волны длиной $\lambda = (0,8; 1,0; 1,2) \cdot L$ в диапазоне от 2,4 до 3,6 м (L – длина модели между перпендикулярами). При этом крутизна волн составила $1/17, 1/23$ и $1/32$, так как на каждой длине волны испытания проходили при следующих высотах волн: $h_1 = 0,50 \cdot h_{\text{max}}; h_2 = 0,75 \cdot h_{\text{max}}; h_3 = h_{\text{max}}$. Дополнительное сопротивление модели на регулярном волнении ΔR определялось как разность среднего буксировочного сопротивления модели на волнении и буксировочного сопротивления модели на тихой воде при одинаковой скорости движения.

Таблица 1

Буксировочное сопротивление различных вариантов модели на тихой воде, Н

Скорость буксировки модели, м/с	Значения сопротивления модели с количеством пар крыльев			
	0	1	2	3
2,4	25,8	27,5	27,8	28,7
3,2	51,6	52,8	53,4	54,0

При испытаниях модели судна на встречном регулярном волнении изменялись процессы волнения: вертикальная качка, килевая качка, вертикальные ускорения в двух точках корпуса, буксировочное сопротивление, изгибающие моменты в четырех сечениях (соответствовавших шп. 5, 7, 10 и 14).

В процессе обработки экспериментальных данных получены амплитуды вертикальной ζ_A , килевой ψ_A качки и вертикальных ускорений в двух заданных точках судна (на шп.1 и 10) – $a_H/g, a_{\text{ЦТ}}/g$. Также получены значения среднего дополнительного сопротивления модели на волнении ΔR .

В качестве основного испытательного оборудования в эксперименте были задействованы:

- аттестованная буксировочная тележка БТ-1 глубоководной части бассейна;
- аттестованный механический волнопродуктор глубоководной части бассейна.

Выполненный анализ измерявшихся процессов, а также наблюдений за поведением модели при движении на волнении позволяет отметить следующее.

Для процесса килевой качки характерны следующие особенности:

- рост скорости уменьшает килевую качку у всех вариантов модели при исследованных высотах и длинах волн. Наибольшие амплитуды килевой качки наблюдались на модели без крыльев или при наличии одной кормовой пары крыльев;
- увеличение длины волн с $0,8L$ до $1,2L$ также влечет за собой рост килевой качки при всех высотах волн;
- наименьшая килевая качка наблюдалась на варианте модели с тремя парами крыльев;
- наличие или отсутствие второй пары крыльев (на шп. 6) слабо влияли на амплитуды килевой качки. Этот результат относится также к вертикальной качке и ускорениям модели.

Особенности процесса вертикальной качки модели состояли в следующем:

- при скорости 2,4 м/с вертикальная качка модели существенно больше, чем на более высокой скорости. Наибольшие амплитуды вертикальной качки наблюдались на модели при наличии одной пары крыльев или без них;
- увеличение длины волн с $0,8L$ до $1,2L$ сопровождалось ростом вертикальной качки при всех высотах волн;

Показатели эффективности места расположения крыльев на модели

Исследуемый процесс	Скорость буксировки модели, м/с	Положение пар крыльев на модели (теорет. шпангоуты)		
		1	6	9
Перегрузки в центре тяжести	2,4	6,03	18,2	0
	3,2	5,93	16,8	0
Перегрузки в носовой части	2,4	5,06	0,99	0
	3,2	14,5	5,86	0
Прогибающий момент на миделе	2,4	4,01	2,75	0,32
	3,2	9,69	6,45	0
Дополнительное сопротивление	2,4	0	8,69	0
	3,2	0	6,86	0
Килевая качка	2,4	4,44	13,23	0
	3,2	0,7	5,87	0
Вертикальная качка	2,4	6,67	23,7	2,02
	3,2	12,96	7,27	0

– наименьшая вертикальная качка была на варианте модели с тремя парами крыльев.

Увеличение высоты (крутизны) волны для всех вариантов модели приводит к росту всех исследованных характеристик качки и изгибающих моментов примерно пропорционально увеличению высоты волны.

Влияние изучаемых параметров на изгибающие моменты и вертикальные ускорения в носу и на миделе модели аналогично влиянию на килевую качку. Визуальные наблюдения и записи ускорений показывают, что режимы испытаний при максимальной высоте волны h_{\max} были экстремальными и сопровождалась очень интенсивными ударами волн в носовую оконечность модели. В этих условиях плавание рост высоты волны однозначно влечет за собой увеличение вертикальных ускорений и изгибающих моментов. Так, при скорости 2,4 м/с увеличение высоты (крутизны) волны приводит к увеличению вертикальных ускорений и изгибающих моментов примерно в 1,5 раза, при скорости 3,2 м/с – почти в 2 раза. На волнах с длиной 1,0L и 1,2L при высотах h_2 и h_3 ускорения в носу достигают значительных величин – $(0,7 \div 1,17)g$, а безразмерные изгибающие моменты $M/(DL)$ при прогибе 0,18–0,20 и при перегибе – 0,045–0,047.

Характер изменения дополнительного сопротивления модели на встречном волнении в зависимости от количества пар крыльев, высоты волны и скорости буксировки в основном такой же, как для килевой качки. Например, наибольшее значение дополнительного сопротивления, как и амплитуд килевой качки модели, наблюдалось при длине $\lambda = 1,2L$, $h_3 = h_{\max}$ и скорости 3,2 м/с.

Следует отметить, что установка крыльев с относительно малой площадью (около 1,2% площади КВЛ) в районе шп. 1 дает уменьшение прогибающего момента на 15–16% при высокой скорости хода ($F_r = 0,59$) и на 10% при умеренной скорости хода ($F_r = 0,44$). При этом вертикальные перегрузки в носовой оконечности снижаются на 11% при $F_r = 0,59$ и на 14% при $F_r = 0,44$.

Наличие крыльев-стабилизаторов на 6-м теоретическом шпангоуте (их площадь составляла 2,2% площади КВЛ) обеспечивало снижение прогибающих моментов на 13% (при $F_r = 0,59$) и на 4% (при $F_r = 0,44$). Уменьшение перегрузок в носовой оконечности мало зависело от скорости хода и составляло в этом случае около 8%.

Полученные экспериментальные данные позволяют предполагать, что увеличение площади крыльев на шп. 1 до 3,6% площади КВЛ может при ходе судна с высокой скоростью на интен-

сивном волнении приводить к снижению прогибающих моментов на 45–48% и перегрузок в носу на 42%.

Из экспериментальных данных следует, что эффективность крыльев-стабилизаторов как средств умерения силовых воздействий на корпуса скоростных судов и качки, а также повышения комфортабельности существенно зависит от мест их расположения. В частности, крылья, установленные на шп. 9, в меньшей степени влияют на амплитуды и пиковые значения исследуемых процессов по сравнению крыльевыми устройствами, размещенными в других местах.

Для сопоставительной оценки полезности наличия в том или ином районе судна таких устройств вводились в рассмотрение комплексные показатели эффективности. Эти показатели определялись как дробь, числитель которой представлял собой относительное (по отношению к ситуации, имевшей место без монтажа данной пары крыльев) снижение пиковых значений процессов (перегрузок, изгибающих моментов, перемещений при качке) или среднего значения дополнительного сопротивления воды в условиях волнения, а знаменатель – повышение сопротивления воды движению модели на тихой воде в результате установки пары крыльев в рассматриваемом месте, отнесенное к сопротивлению, измеренному при отсутствии рассматриваемой пары. Численные значения таких показателей приведены в табл. 2. Они показывают, что установка крыльев в районе миделя (точнее, на шп. 9) мало эффективна с точки зрения снижения килевой качки, перегрузок и изгиба корпуса. Такое положение крыльев может быть выбрано только с целью уменьшения бортовой и вертикальной качки.

Оснащение судна крыльями-стабилизаторами в носовой части (носовее 7-го теоретического шпангоу-

та) дает существенный положительный эффект и может быть рекомендовано как для умерения качки и силовых воздействий на корпуса скоростных судов, так и для повышения комфортабельности судна. Причем для снижения изгиба корпуса в условиях волнения и перегрузок в носовой части судна более эффективна установка крыльев вблизи носового перпендикуляра. Для улучшения же других показателей (снижения продольной качки, дополнительного сопротивления воды движению судна в условиях волнения и перегрузок в средней и кормовой частях судна) монтаж крыльев-стабилизаторов более рационален в районе шп. 6.

Сделанные на основе анализа модельного эксперимента выводы в целом хорошо согласуются с результатами расчетных исследований, а выполненное сопоставление расчетных данных с экспериментальными (рис. 4 и 5) свидетельствует о достоверности результатов расчетов, приведенных в работах [4, 5].

При испытаниях обнаружено, что установка крыльев в районе 6-го теоретического шпангоута не только обеспечивает снижение нагруженности корпусных конструкций и повышение комфортабельности судна, но и позволяет в условиях интенсивного волнения существенно уменьшить (до 20%) дополнительное сопротивление воды движению объекта.

Выполненные мореходные испытания модели быстроходного судна на встречном регулярном волнении показали, что наличие на модели боковых неподвижных крыльев-стабилизаторов существенно влияет на продольную качку, вертикальные ускорения модели, изгибающие моменты в поперечных сечениях корпуса, а также на его дополнительное сопротивление на волнении. Наибольший положительный эффект от установки крыльев состоит в сни-

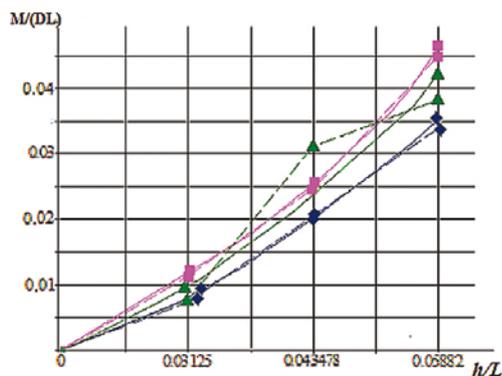


Рис. 4. Сопоставление расчетных (сплошные линии) и экспериментальных (штриховые линии) данных по пиковым значениям безразмерных изгибающих моментов $M/(DL)$ в миделевом сечении при наличии на модели трех пар крыльев для трех значений относительных длин волн λ/L и четырех относительных высот регулярных волн h/L (0,03125, 0,0435 и 0,0588)

- ◆ — $\lambda/L=0,8$;
- — $\lambda/L=1,0$;
- ▲ — $\lambda/L=1,2$

жении амплитудных значений процесса вертикальной качки, а также на пиковые значения вертикальных ускорений по всей длине судна и изгибающих моментов в поперечных сечениях корпуса. У модели с тремя парами крыльев амплитуды продольной качки и вертикальных ускорений существенно меньше по сравнению с другими вариантами модели. Таким образом, экспериментальная проверка найденных расчетными методами решений [4] по снижению внешних силовых воздействий на конструкции однокорпусных скоростных судов и их вибрации убедительно подтвердила их эффективность.

В результате проведения испытаний модели однокорпусного скоростного судна в опытовом бассейне установлены следующие факты:

- Эффективность крыльев-стабилизаторов как средств умерения силовых воздействий на корпус скоростных судов и качки, а также повышения комфортабельности существенно зависит от мест их расположения; установка крыльев в районе миделя мало эффективна с точки зрения снижения килевой качки, перегрузок и изгиба корпуса. Такое положение крыльев может быть выбрано только с целью уменьшения бортовой и вертикальной качки. Оснащение судна крыльями-стабилизаторами в носовой части (носоее 7-го теоретического шпангоута) дает существенный положительный эффект и может быть рекомендовано как для умерения качки и силовых воздействий на корпус скоростных судов, так и для повышения комфортабельности судна. Причем для снижения изгиба корпуса в условиях волнения и перегрузок в носовой части судна более эффективна установка крыльев вблизи носового перпендикуляра. Для улучшения других показателей (сниже-

ния продольной качки, дополнительно сопротивления воды движению судна в условиях волнения и перегрузок в средней и кормовой частях судна) монтаж крыльев-стабилизаторов более рационален в районе 6-го теоретического шпангоута.

- Установка крыльев с относительно малой площадью (около 1,2% площади КВЛ) в районе шп. 1 дает уменьшение прогибающего момента на 15–16% при высокой скорости хода ($Fr = 0,59$) и на 10% при умеренной скорости хода ($Fr = 0,44$), а также снижение вертикальных перегрузок в носовой оконечности на 11% при $Fr = 0,59$ и на 14% при $Fr = 0,44$; легко достижимое при проектировании перспективных судов двукратное увеличение площади крыльев приводит к такой же кратности увеличения гидродинамических сил на крыльях и к удвоению полезного эффекта от применения крыльев (к уменьшению прогибающего момента до 32%).

- Наличие крыльев-стабилизаторов на 6-м теоретическом шпангоуте (их площадь составляла 2,2% от площади КВЛ) обеспечивает снижение прогибающих моментов на 13% (при $Fr = 0,59$) и на 4% (при $Fr = 0,44$), а также уменьшение перегрузок и амплитуд килевой качки до 10–12%;

- Расположение крыльев в районе 6-го теоретического шпангоута обеспечивает не только снижение нагруженности корпусных конструкций и повышение комфортабельности судна, но и позволяет в условиях интенсивного волнения существенно уменьшить (до 20%) дополнительное сопротивление воды движению объекта.

Результаты модельного эксперимента и расчеты дают основание утверждать, что стабилизатор – эффективное средство снижения качки и внешних на-

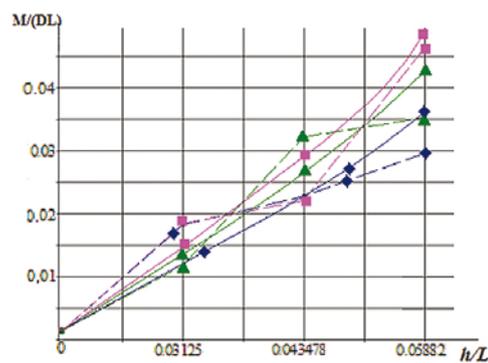


Рис. 5. Сопоставление расчетных (сплошные линии) и экспериментальных (штриховые линии) данных по пиковым значениям безразмерных изгибающих моментов $M/(DL)$ в миделевом сечении при наличии на модели одной пары крыльев на 9-м теоретическом шпангоуте для трех значений относительных длин волн λ/L и четырех относительных высот регулярных волн h/L (0,03125; 0,04348 и 0,05882)

- ◆ — $\lambda/L=0,8$;
- — $\lambda/L=1,0$;
- ▲ — $\lambda/L=1,2$

грузок, определяющих прочность судов переходного режима движения. Такое снижение достигается за счет увеличения демпфирующих сил при качке и вибрации, в результате чего существенно уменьшаются амплитуды качки на резонансных режимах, скорости относительных перемещений судна и жидкости, нагрузки при слеминге и общая вибрация судна, вызванная этими нагрузками. Результаты работы могут быть использованы при совершенствовании нормативно-технической документации, регламентирующей вопросы прогнозирования расчетных значений внешних сил, используемых при оценке прочности конструкций быстроходных судов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Холодильни А.Н., Шмырев А.Н. Мореходность и стабилизация судов на волнении. – Л.: Судостроение, 1976.
2. Ремез Ю.В. Качка корабля. – Л.: Судостроение, 1983.
3. Короткин Я.И. и др. Волновые нагрузки корпуса судна. – Л.: Судостроение, 1987.
4. Крыжевич Г.Б. Крылья малого удлинения как средство снижения силовых воздействий на корпусные конструкции скоростного судна и его материалоемкости. – Тр. ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 2007, вып. 42 (326).
5. Крыжевич Г.Б., Ишков В.В. Влияние пассивных носовых крыльев-стабилизаторов на продольную качку и общий изгиб быстроходных судов. – Тр. ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 2009, вып. 46 (330).
6. Крыжевич Г.Б. Демпфирование качки и общей вибрации скоростных судов и вопросы их рационального проектирования // Морской вестник. – 2008. – №4 (28). ■

31 октября 2011 г. исполнилось 80 лет руководителю регионального отделения Российского НТО судостроителей им. акад. А.Н. Крылова по Санкт-Петербургу и Ленинградской области доктору технических наук, профессору, заслуженному деятелю науки РФ Петру Александровичу Шаубу.

Инженер военно-морского флота, капитан 1 ранга Петр Александрович Шауб окончил в 1955 г. Высшее военно-морское инженерное училище им. Ф.Э. Дзержинского по специальности «военное кораблестроение» и до 1958 г. проходил службу на Балтийском флоте. Затем был направлен на учебу в Военно-морскую академию, которую закончил с отличием в 1961 г. После окончания академии П.А. Шауб направляется на службу в 1 ЦНИИ Минобороны РФ, где им пройден большой 50-летний трудовой путь от младшего научного сотрудника до начальника управления, а затем ученого секретаря института, в должности которого он трудится до сих пор. Здесь он стал крупным ученым в области проектирования надводных кораблей и судов ВМФ, создав научную школу проектирования с использованием автоматизированной системы проектирования «Чертеж». Он 20 лет руководил диссертационным советом 1ЦНИИ МО РФ, в котором успешно защищено 57 докторских и 213 кандидатских диссертаций.

Доктор технических наук (1978 г.) профессор (1985 г.) П.А. Шауб активно работает над подготовкой ученых и специалистов не только для ВМФ, но и для судостроительной отрасли. Под его непосредственным руководством подготовлено 23 специалиста, 19 кандидатов и 4 доктора наук.

Высокая научная подготовка, творческий подход к делу позволили Петру Александровичу успешно решать практические задачи. В течение 17 лет он был наблюдающим от заказчика за строительством и сдачей современных наукоемких кораблей ВМФ. Под его непосредственным наблюдением было принято 14 кораблей и судов ВМФ. Первый специализированный учебный корабль типа «Смольный» (пр. 888) создавался под руководством П.А. Шауба, и он в качестве главного наблюдающего участвовал на всех этапах от замысла и выдачи тактико-технического задания до проведения государственных испытаний и сдачи флоту. Неоценимый вклад он внес и в создание океанографических

К 80-ЛЕТИЮ ПРОФЕССОРА П.А. ШАУБА

*В.Л. Александров, президент РосНТО им. акад. А.Н. Крылова,
контакт. тел. (812) 315 5027*



судов для ВМФ пр. 850, многие из которых (шесть судов) принимал как старший военпред. До сих пор эти суда служат на благо страны.

За успешную научно-практическую деятельность П.А. Шауб награжден 19 орденами и медалями, в 1996 г. ему присвоено звание заслуженного деятеля науки РФ; в 2004 г. вручена премия Правительства РФ в области науки и техники. Является действительным членом Российской академии военных наук, Российской академии ин-

Санкт-Петербургу и Ленинградской области, председателем которого он стал в 2002 г. Президиум регулярно проводит свои заседания, на которых рассматриваются темы по актуальным направлениям в области отечественного судостроения: интеллектуальной собственности; безопасности мореплавания; ИПИ-технологиям; созданию транспортных и рыболовецких судов; стандартизации и техническому регулированию.

В рамках деятельности регионального правления НТО много сил и энергии П.А. Шауб отдает организации конференций по морским информационным технологиям «Моринтех», затрагивающим в том числе военное и гражданское судостроение.

Тесная связь регионального правления НТО с Центральным правлением Российского НТО, членом Президиума которого он является, позволяют объединять и нацеливать научно-технический потенциал судостроительных предприятий на решение современных инженерных задач в отрасли.

Совместно с Центральным правлением РосНТО судостроителей регионального правления НТО по Санкт-Петербургу и Ленинградской области организует рабочие группы для подготовки проектов на конкурс в соответствии с приоритетными направления-



Учебный корабль «Смольный»

женерных наук, Санкт-Петербургской инженерной академии.

Велика роль Петра Александровича в становлении и развитии регионального Правления НТО судостроителей по

ми развития науки, технологии и техники. В этой важной для страны работе П.А. Шауб принимает личное участие как ученый-кораблестроитель и общественный деятель. ■

Уважаемый Петр Александрович! От всей судостроительной общественности России поздравляем вас с юбилеем, желаем здоровья, большого личного счастья и дальнейших творческих успехов на благо развития Российского флота.

Журнал «Морской Вестник» присоединяется к этим поздравлениям и желает юбиляру творческого долголетия и благополучия.

В октябре 2011 г. исполнилось 70 лет со дня рождения известного ученого кораблестроителя, доктора технических наук, профессора СПбГМТУ, главного инженера НПО «Полярная звезда» Виктора Исааковича Полякова.



В.И. Поляков родился в семье кораблестроителей, что и определило его дальнейшую судьбу. В 1958 г. после окончания средней школы он поступает в Ленинградский кораблестроительный институт, где его учителями были такие выдающиеся профессора, как А.А. Курдюмов, В.А. Постнов, А.З. Локшин, Д.М. Ростовцев, Н.Е. Путов, В.В. Ашик, В.В. Семенов-Тянь-Шанский, С.Н. Благовещенский, А.Н. Холодильник. В 1964 г. В.И. Поляков окончил Кораблестроительный институт и поступил на работу в ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова в лабораторию вибрации. Это был период, когда страна интенсивно строила океанский флот. Сотрудники лаборатории постоянно выезжали на испытания головных кораблей, и молодой специалист В.И. Поляков активно включился в работу. Он принимал участие в испытаниях и сдаче первого авианесущего крейсера «Киев», знаменитого ракетного катера пр. 205 и его различных модификаций, кораблей на подводных крыльях, на воздушной подушке, атомного ледокола «Арктика» и многих других кораблей и судов, составивших в 70-е гг. XX в. ядро отечественного флота. Экспериментальные исследования В.И. Поляков сочетал с глубокими теоретическими работами. В 1977 г. он защитил кандидатскую диссертацию на тему «Исследование колебаний и разработка усовершенствованных методов вибрационных расчетов корпусных конструкций корабля». Боль-

К 70-ЛЕТИЮ ПРОФЕССОРА В.И. ПОЛЯКОВА

**НПО «Полярная звезда»,
контакт. тел. (812) 757 1222**

шую роль в становлении В.И. Полякова как ученого сыграл его научный руководитель доктор технических наук, профессор В.С. Чувиковский, продолжателем традиций научной школы которого по праву считается Виктор Исаакович.

Сфера научных интересов В.И. Полякова достаточно широка. Под его руководством и при его непосредственном участии решался комплекс научно-технических проблем, связанных с созданием новой техники. Среди них – проблемы нестационарной вибрации конструкций в скоростном потоке жидкости, автоколебаний конструкций судов с динамическими принципами поддержания, проблема движения скоростных судов на переходных режимах. В.И. Поляков стал пионером изучения проблем вибрационных условий обитаемости на кораблях и судах.

За исследования вибрации в обитаемых помещениях транспортных судов ему присуждена премия П.Ф. Папковича. Одним из важных направлений деятельности В.И. Полякова является разработка отраслевых методик расчетов параметров вибрации корпусных конструкций, в том числе методики расчета собственных колебаний ангарных палуб, расчета колебаний крыльевых устройств СПК, расчетной оценки уровней вибрации палуб жилых и служебных помещений надстроек транспортных судов. Работы В.И. Полякова в значительной степени способствовали улучшению вибрационных условий обитаемости на современных кораблях и судах и удовлетворению на них требований санитарных норм вибрации.

С 1972 по 1991 г. научную деятельность В.И. Поляков совмещал с преподаванием в Институте повышения квалификации руководящих работников и специалистов судостроительной промышленности.

С 1991 г. по настоящее время он – бессменный главный инженер НПО «Полярная звезда». Эту деятельность он сочетает с преподавательской работой на кафедре теоретической механики СПбГМТУ.

В 2004 г. В.И. Поляков успешно защитил докторскую диссертацию на тему «Решение проблемы улучшения вибра-



ционных условий обитаемости на судах и обеспечение требований санитарных норм вибрации на основе использования и совершенствования компьютерных методов и средств численного анализа колебаний корпусных конструкций».

Он – автор более 80 научных работ по различным вопросам теории колебаний и строительной механики корабля. Среди них – капитальная монография «Борьба с вибрацией на судах» (СПб., Мор Вест, 2006 г.), подготовленная в соавторстве с профессорами В.Л. Александровым и А.П. Матлахом.



В.И. Поляков является действительным членом Академии истории науки и техники Санкт-Петербурга и членом-корреспондентом Санкт-Петербургской инженерной академии, с 2002 г. входит в состав редколлегии журнала «Морской вестник». ■

Друзья и коллеги Виктора Исааковича сердечно поздравляют его с юбилеем и желают ему здоровья, счастья, благополучия и дальнейших творческих успехов.

Редакционный совет, редколлегия и редакция журнала «Морской вестник» поздравляют Виктора Исааковича с днем рождения и желают ему творческого долголетия, удачи и успешной научно-прикладной деятельности, направленной на развитие Российского флота.

Одной из проектных проблем амфибийных СВП является задача определения формы гибких ограждений (ГО) при движении судна как над твердой, так и над водной поверхностью. Ходкость, управляемость, мореходность, амфибийные качества непосредственно зависят от работы ГО и его текущей геометрической формы. Физические эксперименты по определению формы ГО в реальных условиях эксплуатации затратны, а зачастую невозможны в силу специфики функционирования судов с динамическими принципами поддержания.

В настоящее время по ряду причин на отечественном рынке скоростного судостроения наиболее динамично развивается направление амфибийных СВП с бортовым ограждением баллонетного типа (рис. 1). Это ограждение, по существу – надувной скег, состоит из двух ярусов, соединенных между собой креплением типа ликпаз-ликтрос. Каждый ярус скега воздуха представляет собой оболочечную конструкцию, которая принимает под действием внутреннего давления цилиндрическую форму с конусообразными законцовками. Для повышения амфибийных качеств избыточное давление в нижнем ярусе при отсутствии внешних возмущений поддерживается в районе 300–500 Па, давление в верхнем ярусе устанавливается в районе 13 000–15 000 Па.

Материал ГО – газонепроницаемая ткань на основе поливинилхлорида (ПВХ) с добавкой полиуретана и армированная полиэстером. Композиционный тканевый материал ГО имеет малую жесткость на сжатие и изгиб, а также различные механические характеристики в осевом и окружном направлениях.

а)



б)



Рис. 1. Амфибийные СВП с боковым ограждением баллонетного типа: а – СВП «Хивус»; б – СВП проекта А-48

Скеги СВП испытывают внешние аэродинамические нагрузки от воздушной подушки (ВП) и набегающего потока, а также динамические нагрузки, зависящие от вида опорной поверхности, по которой движется судно (например, водная поверхность, лед, бетон и т.д.). Кроме того, давление воздуха в ярусах скега при действии внешних нагрузок зависит от

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМЫ БОРТОВОГО ГИБКОГО ОГРАЖДЕНИЯ СУДНА НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ (СВП)

А.В. Туманин, инженер,

П.С. Кальясов, инженер,

А.К. Якимов, инженер, ООО «Аэроход»,

Н.В. Леонтьев, канд. техн. наук, доцент, Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород,

lobachev@mail.ru

текущего объема яруса, причем эта зависимость более выражена с уменьшением начального давления воздуха в ярусе.

Форма яруса скега как гибкой конструкции зависит от действующих нагрузок, и, наоборот, действующие нагрузки зависят от формы гибкого скега. Поэтому задача определения формы ГО является задачей аэрогидроупругости.

Методика определения аэрогидродинамических нагрузок на скег заданной геометрической формы при движении СВП на водной поверхности и результаты расчетов поля давлений приведены в [11]. Определение формы скега по заданным внешним нагрузкам позволит завершить первый этап определения решения проблемы аэрогидроупругого взаимодействия скега с водовоздушной средой.

В опубликованных работах рассматривается расчет формы классического ГО [1–3] с привлечением теории мягких оболочек [4]. Подходы к расчету пространственных надувных конструкций приведены в работе [5]. Вместе с тем сложность геометрии баллонета, большие градиенты аэрогидродинамических нагрузок на элементах ГО рассматриваемого амфибийного СВП ведут к необходимости построения специальных алгоритмов.

Целью настоящей работы является разработка методики расчета формы ГО амфибийного СВП баллонетного типа, проведение тестовых расчетов, их верификация по результатам физических экспериментов, которые возможно провести, а также практический расчет формы бортового надувного скега при движении СВП на водной поверхности.

ФИЗИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ. ВЫБОР МЕТОДИКИ РЕШЕНИЯ И ЕЕ ТЕСТИРОВАНИЕ

Физическая постановка задачи заключается в следующем. Надувной скег, крепящийся к корпусу судна креплением типа ликпаз-ликтрос, находится в поле действия внешних сил, определяемых в гидродинамическом расчете, а также под действием внутреннего давления, начальная величина которого задана. Масса воздуха, закачанного в ярусы скега, считается постоянной. Требуется определить деформированную форму скега.

Задача разрешается в конечно-элементном программном комплексе вычислительной механики ANSYS Multiphysics [6]. С целью выбора оптимальной методики расчета скега был проведен ряд вычислительных экспериментов с различными конечно-элементными моделями. Наиболее стабильные результаты по критерию сходимости показала конечно-элементная модель скега на основе четырехугольного конечного элемента SHELL181, построенного по мо-

дели Рейсснера. Этот элемент использовался для всех последующих расчетов.

В качестве модели для тестовых расчетов рассматривается цилиндрическая оболочка (пневматическая балка), нагруженная внутренним давлением и распределенной внешней нагрузкой с граничными условиями свободного опирания на законцовках (рис. 2). Обоснованием выбора такой модели служит наличие приближенного аналитического решения для прогиба. Решение этой задачи приведено в [7]; методика решения изложена в [8, 9]. На торцах балки зафиксированы перемещения по x и y . Кроме того, на одном из торцов во избежание движения конструкции как жесткого целого, запрещены смещения в двух узлах в направлении оси z (см. рис. 2). Внутреннее давление раскладывается на давление, действующее в радиальном направлении, и на давление, действующее в продольном направлении. Радиальное давление прикладывается к внутренней поверхности цилиндрической оболочки. Продольное давление прикладывается в виде силы к каждому узлу на торцах. Величина силы, приложенной к i -му узлу на законцовке, рассчитывается по формуле

$$F_i = \frac{F}{n} = \frac{P \cdot A}{n} = \frac{P \cdot \pi \cdot r^2}{n}, \quad (1)$$

где n – число узлов на окружности на каждой законцовке; r – радиус срединной поверхности оболочки; P – давление, приложенное к внутренней поверхности оболочки.

Вертикальное смещение точек направляющей кривой цилиндрической оболочки согласно результатам работ [7, 8] и [9] определяется выражением

$$y = \frac{w}{2 \cdot E \cdot h \cdot \pi \cdot r^3} \left(\frac{L \cdot z^3}{6} - \frac{z^4}{12} - \frac{L^3 \cdot z}{12} \right), \quad (2)$$

где w – величина внешнего распределенного усилия; r – радиус срединной поверхности оболочки; L – длина оболочки; E – модуль упругости материала оболочки; h – толщина оболочки; z – координата сечения оболочки.

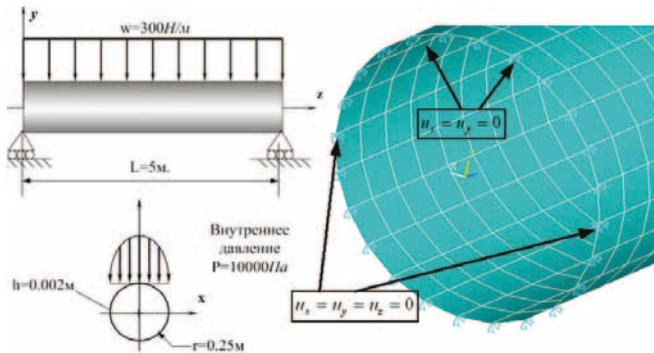


Рис.2. Схема тестовой задачи и граничные условия на конечно-элементной модели

Сопоставление смещения точки $z = 0,5L$ направляющей оси цилиндрической оболочки при расчете по приближенной формуле (2) и при численном расчете для различных значений модуля Юнга представлено в табл. 1.

Таблица 1

Смещение точки z

Е модуль упругости, МПа	Численный расчет, 10^{-3} м	Приближенное аналитическое решение, 10^{-3} м
1000	-5.3	-4.98
500	-10.5	-9.9
100	-51.9	-49.8

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА СКЕГА

Материал скега (Vinuflan 6580) является ортотропным, с укладкой нитей основы и утка под углом 90° . Для использования его характеристик в конечно-элементной модели нужно

в общем случае определить девять независимых параметров. Для тонкой оболочки с учетом поперечного сдвига их число уменьшается до шести: два модуля упругости 1-го рода, один из коэффициентов Пуассона, модуль сдвига в плоскости оболочки и два продольно-поперечных модуля сдвига.

Эксперименты проводились на испытательной машине Lloyd Instruments LR5KPlus с использованием тензометра Epsilon STGA 50\25 и регистрирующей аппаратуры и программного обеспечения Lloyd Instruments NEXYGEN.

Модули упругости в плоскости и коэффициент Пуассона определялись из экспериментов на одноосное растяжение образцов двух типов (вдоль нитей основы и утка – рис. 3) [10].

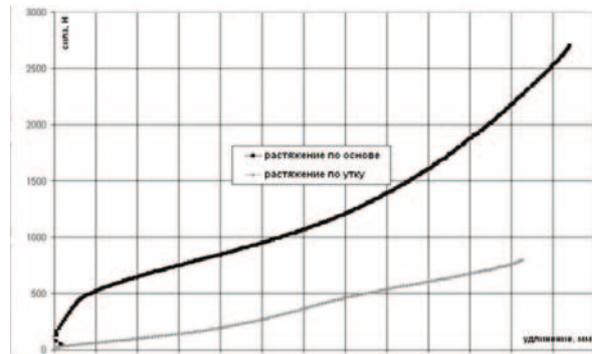
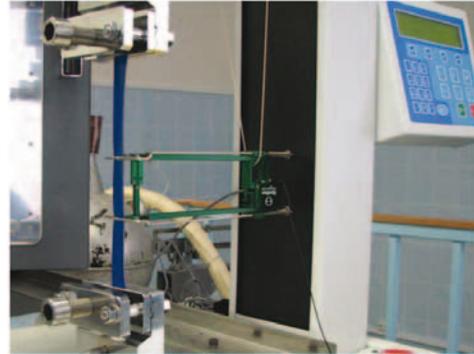


Рис. 3. Испытания образцов на растяжение и диаграмма деформирования

Модуль сдвига в плоскости G_{12} , а также продольно-поперечных модулей сдвига G_{13}^u и G_{23}^u определялись в ходе экспериментов на трехточечный изгиб по измеренным нагрузке P_1 и прогибу в середине пролета w_{\max} для образцов с разными отношениями $(h/l)_i$, где h – высота изгибаемого образца, а l – расстояние между опорами. Здесь оси имеют следующие направления: 1 – вдоль нитей основы, 2 – вдоль нитей утка, а ось 3 составляет первую и вторую правую тройку векторов. Процедура расчета представлена ниже на примере определения продольно-поперечного модуля G_{13}^u . Для этого в системе координат $(h/l)_i^2$, $1/E_{fi}$ по экспериментально полученным данным для образцов с разной относительной толщиной $(h/l)_i^2$ строится прямая, описываемая уравнением

$$\frac{1}{E_{fi}} = \frac{1}{E_x^u} + \frac{1.2}{G_{13}^u} \cdot \left(\frac{h}{l} \right)_i^2, \quad (3)$$

где

$$E_{fi} = \frac{P_i \cdot l_i^3}{48 \cdot J_i \cdot w_{i\max}} = \frac{P_i}{4 \cdot b_i \cdot w_{i\max}} \cdot \left(\frac{l}{h} \right)_i^3. \quad (4)$$

Тангенс угла наклона прямой к оси абсцисс равен $\frac{1.2}{G_{13}^u}$ [10].

Для того чтобы обеспечить различные соотношения h/l , было склеено три, пять и восемь слоев материала по основе и утку соответственно. Влияние клея в данном случае не рассматривается. Результаты по определению сдвигового и продольно-поперечных модулей приведены на рис. 4.

Результаты определения механических свойств материала скега на начальном участке диаграммы деформирования приведены в табл. 2.

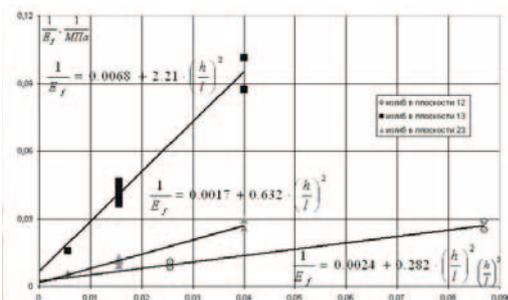
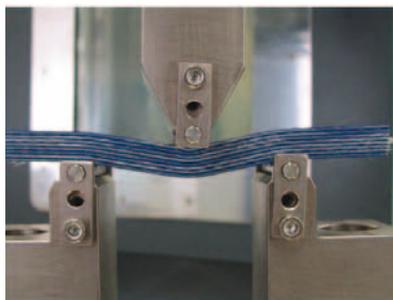


Рис. 4. Определение продольно-поперечных сдвиговых модулей по результатам испытаний на трехточечный изгиб

Механические характеристики материала скега

Таблица 2

Характеристика	Значение
Модуль упругости вдоль нитей основы E_1 , МПа	1343
Модуль упругости вдоль нитей утка E_2 , МПа	98
Модуль сдвига в плоскости G_{12} , МПа	4.2
Продольно-поперечный модуль сдвига G_{13} , МПа	1.97
Продольно-поперечный модуль сдвига G_{23} , МПа	0.54
Коэффициент Пуассона ν_{12}	0.034
Коэффициент Пуассона ν_{21}	0.46

СХЕМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ФОРМЫ СКЕГА СВП

Рассматриваются следующие формы (конфигурации) скега в соответствии с терминологией [1]:

- *исходная*, соответствующая ненапряженному состоянию, когда скег чуть поддут и расправлен;
- *начальная*, отвечающая началу рассматриваемого процесса (может совпадать с исходной);
- *конечная* или *деформированная*, принимаемая скегом под нагрузкой.

Расчет давления в нижнем и верхнем ярусах скега в деформированной конфигурации проводится по политропному закону с показателем политропы, равным $n = 1,4$:

$$p_0 \cdot V_0^n = p_1 \cdot V_1^n, \quad (5)$$

где p_0 – начальное давление; p_1 – искомое давление; V_0 – начальный объем; V_1 – деформированный объем.

Для определения объема деформированного яруса применяется формула Гаусса–Остроградского:

$$\iiint_V \operatorname{div} F \cdot dV = \oint_S F \cdot \vec{n} \cdot dS, \quad (6)$$

где V – объем тела ограниченного поверхностью S с нормалью \vec{n} ; S – вектор-функция с единичной дивергенцией в V .

Интеграл в правой части вычисляется численно на основе квадратурной формулы Гаусса. Вычисление объема по (5), (6) на текущем шаге решения задачи в ANSYS Multiphysics реализовано в виде макроса (подпрограммы) на встроенном в ANSYS языке APDL [6].

Гидродинамический расчет выполняется в среде ANSYS CFX CFD[11]. Результаты расчета представляют собой поле давлений, действующее на скег при движении СВП. Задача интерполяции внешних нагрузок на конечно-элементную модель в текущей конфигурации решается специальным ма-

кросом. Для обеспечения сходимости численного решения нагрузки на скег прикладываются по шагам в долях от полной нагрузки.

Конечно-элементная модель скега, условия закрепления и поле внешних сил для случая движения СВП по водной поверхности представлены на рис. 5. Система крепления ликпаз-ликтрос моделируется запрещением относительных перемещений соответствующих узлов конечно-элементной модели. Верхний и нижний ярусы скега связаны между собой условиями равенства перемещений в контактирующих узлах.

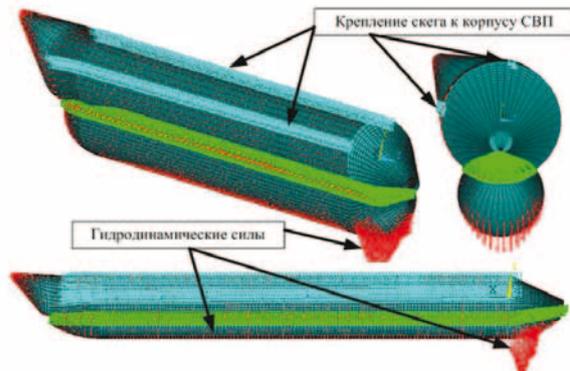


Рис. 5. Конечно-элементная модель надувного скега и характерное распределение нагрузок, действующих на скег СВП «Хивус-10» при движении по водной поверхности

Обобщенная схема решения задачи представлена на рис.6.

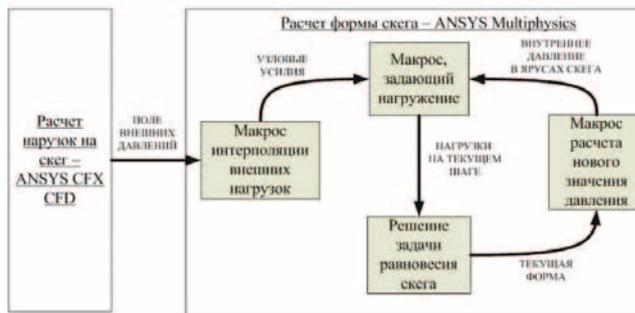


Рис. 6. Схема решения задачи определения формы скега СВП

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА ФОРМЫ НАДУВНОГО СКЕГА СВП «ХИВУС-10»

В процессе решения задачи были получены данные об изменении давления в нижнем ярусе скега СВП «Хивус-10» при движении по водной поверхности со скоростью 60 км/ч в зависимости от начального давления и доли внешней нагрузки. Обобщенные результаты об изменении давления в нижнем ярусе скега при различной начальной закачке воздуха приведены на рис. 7, геометрия деформированного скега – на рис. 8.

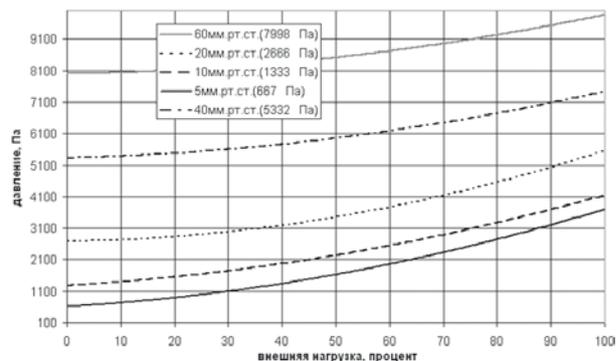


Рис. 7. Давление в нижнем ярусе скега СВП «Хивус-10» при движении по водной поверхности в зависимости от начального давления

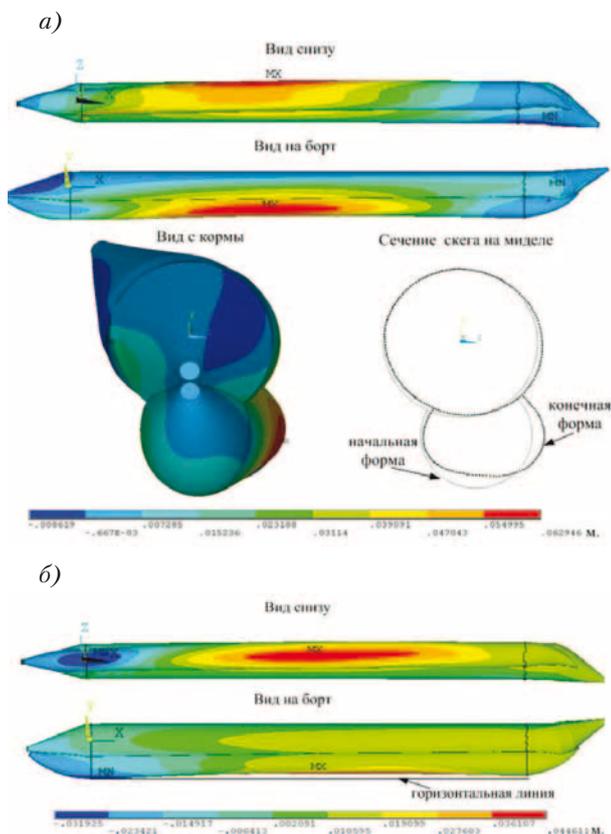


Рис. 8. Смещения skeга СВП «Хивус-10» в горизонтальной (а) и вертикальной (б) плоскостях при движении по водной поверхности

Наибольшие смещения как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях имеют место на середине нижнего яруса skeга (см. рис. 8, а, б). Это обусловлено тем, что при истечении воздуха из ВП конструкция skeга имеет в этом месте меньшую жесткость, чем на законцовках, а кормовая часть нижнего яруса skeга оказывается «притопленной» в результате действия внешних гидродинамических сил разряжения, действующих на кормовую часть skeга. В результате в горизонтальной плоскости нижний ярус skeга имеет бочкообразную форму (см. рис. 8), а в вертикальной на миделе судна между нижним ярусом skeга и водной поверхностью образуется щель (рис. 8, б).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМЫ SKEGA СВП «ХИВУС-10» НА ТВЕРДОМ ЭКРАНЕ

Деформированная поверхность надувного skeга определялась путем замера координат характерных точек на поверхности нижнего яруса skeга. Эксперименты проводились с работающими нагнетателями на режиме висения судна над твердым экраном. С этой целью СВП устанавливалось на кильблоки (рис. 9) таким образом, чтобы расстояние между экраном (специально подготовленной забетонированной площадкой) и нижним ярусом skeга составляло при отключенных нагнетателях заранее известную фиксированную величину. С целью недопущения схода судна с кильблоков при выходе на воздушную подушку судно дополнительно нагружалось.

Схема, представленная на рис. 9, иллюстрирует процесс измерения координат характерных точек skeга. На поверхность skeга наносится маркером метки, как по высоте, так и по длине skeга. Для каждой метки при фиксированном положении штатива измеряется горизонтальное расстояние до штатива и вертикальное до экрана. Для достижения большей точности измерения проводились лазерным дальномером Bosch DLE 150, закрепленным на штативе.

На первом этапе производился замер координат маркированных точек на поверхности skeга при неработающих

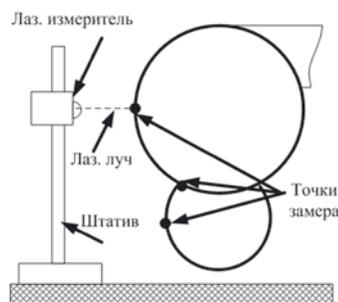


Рис. 9. Испытательная установка и схема замера координат характерных точек поверхности надувного skeга с помощью лазерного измерителя

нагнетателях. Второй этап – проведение измерений координат этих точек с работающими нагнетателями. По разнице в смещениях между положениями точек на первом и втором этапах, определялась геометрия поверхности надувного skeга в режиме висения СВП над твердым экраном с работающими нагнетателями. В процессе эксперимента проводился замер давления в ряде точек ВП с помощью системы U-образных трубчатых манометров (см. рис. 9). Полученные данные использовались в соответствующем вычислительном эксперименте по представленной в этой работе методике. Результаты сопоставления данных эксперимента и расчета по смещению характерных точек представлены на рис. 10. Рассогласование расчетных и экспериментальных данных по форме skeга в корме судна может быть объяснено, по крайней мере, двумя причинами. Во-первых, в ходе натурных экспериментов не удалось обеспечить нулевой дифферент СВП – наблюдался некоторый дифферент на корму, и, вследствие неравномерного поля давлений внутри ВП, в корме судна наблюдались большие смещения. Во-вторых, сам расчет гидродинамических нагрузок можно считать верным только для первого шага нагружения, так как затем вследствие изменения формы меняется картина истечения из ВП, что ведет к необходимости проводить новый расчет внешних нагрузок. В целом же совпадение результатов расчетов и экспериментов на данном этапе можно считать вполне удовлетворительным.

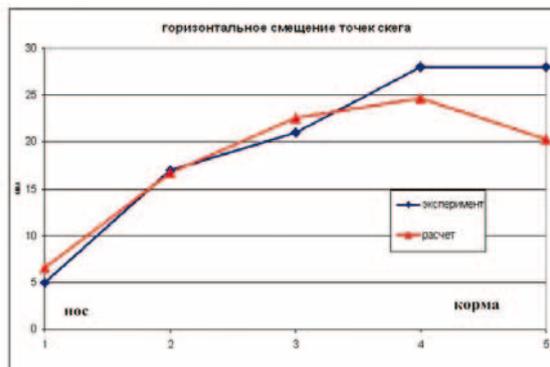


Рис. 10. Экспериментальная и расчетная форма skeга СВП «Хивус-10» в горизонтальной плоскости (вид сверху)

ВЫВОДЫ

1. Разработана расчетная методика по определению формы надувного скега при действии на него реальных внешних нагрузок, возникающих при движении СВП на твердом экране и водной поверхности. По разработанной методике проведены вычислительные эксперименты определения деформированной формы скега.

2. Отработана экспериментальная методика определения формы надувного скега на режимах висения СВП над твердым экраном. Проведены физические эксперименты по определению деформированной формы надувного скега.

3. Сопоставление результатов вычислительных и физических экспериментов показывает, что разработанная расчетная методика в целом адекватно прогнозирует форму ГО баллонетного типа и может быть использована для определения формы ГО амфибийных СВП баллонетного типа на начальных стадиях проектирования.

4. Разработанная методика в сочтении с методикой определения аэрогидродинамических нагрузок на ГО СВП баллонетного типа позволяет в принципе решить задачу аэрогидроупругости ГО при движении СВП по водной поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Магула В.Э.* Судовые эластичные конструкции. –Л.: Судостроение, 1978.
2. *Егоров И.Т., Соколов В.Т.* Гидродинамика быстроходных судов. – Л.: Судостроение, 1971.

3. *Бенца Ю.Ю., Дьяченко В.К.* Основы теории судов на воздушной подушке. – Л.: Судостроение, 1970.
4. *Алексеев С.А.* Основы общей теории мягких оболочек. – В сб.: Расчет пространственных конструкции, 1967, вып. XI.
5. *Ермолов В.В., Бэрд У.У., Бубнер Э.* и др./ Под ред. В.В. Ермолова. – Пневматические строительные конструкции. – М.: Стройиздат, 1983.
6. ANSYS Theory Reference, ANSYS Inc., 2005
7. *Suhey J.D., Kim N.H., Niezrecki C.* Numerical modeling and design of inflatable structures – application to open-ocean-aquaculture cages // Aquac. Eng. – 2005. – 33. – P. 285–303.
8. *Comer R.L., Levy S.* Deflections of an inflated circular cylindrical cantilever beam // AIAA J. – 1963. – 1(7). – P. 1652–1655.
9. *Main J.A., Peterson S.W., Strauss A.M.* Load-deflection behavior of space-based inflatable fabric beams // J. Aerosp. Eng. – 1994. – 2(7). – P. 225–238.
10. Композиционные материалы: Справ./В.В.Васильев, В.Д.Протасов, В.В.Болотин и др.; под общ. ред. В.В.Васильева, Ю.М.Тарнопольского. – М.: Машиностроение. – 1990.
11. *Кальясов П.С., Любимов А.К., Шабаров В.В., Якимов А.К.* Развитие и применение методов вычислительного эксперимента для исследования несущего комплекса амфибийных судов на воздушной подушке // Вестник Нижегородского университета им. Н.И.Лобачевского. – 2009.–№6. ■

- Информационно-поисковая - система -

К  **рабел.ру**

Судостроение. Судоходство. Судоремонт.

ЧЕСТНО О СУДОСТРОЕНИИ

Любое современное промышленное предприятие, ставящее перед собой цель выпускать конкурентоспособную продукцию, неизбежно сталкивается с необходимостью внедрения у себя системы менеджмента качества (СМК), соответствующей требованиям международных стандартов (МС) ИСО серии 9000. Не является исключением в этом отношении и ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь». На заводе, одном из первых в судостроительной отрасли, с 1999 г. функционирует СМК, сертифицированная в соответствии с требованиями МС ИСО 9001. Наличие подобной системы позволяет упорядочить все бизнес-процессы предприятия, в том числе и относящиеся к контролю качества выпускаемой продукции на всех этапах, начиная с входного контроля качества материалов и комплектующих и заканчивая испытаниями готовой продукции.

Одним из основополагающих принципов, на которых строится СМК, является принцип «постоянного улучшения». Как он реализуется на практике можно продемонстрировать на примере работы центральной заводской лаборатории рентгеногаммографирования (РГГ) и ультразвукового контроля, осуществляющей неразрушающий контроль (НК) на всех этапах производства.

Лаборатория аккредитована на проведение следующих методов этого контроля:

- радиографический контроль, проводимый при помощи рентгеновских аппаратов (рентгенографирование) и гаммадефектоскопов с использованием Иридия-192 ГИИД-4 (гаммаграфирование). Рентгенографирование переносными аппаратами осуществляется для радиационных толщин до 20 мм, а стационарными – до 54 мм по стали. Гаммаграфирование осуществляется для радиационных толщин до 65 мм по стали;

- ультразвуковой контроль и ультразвуковая толщинометрия, выполняемые при помощи ультразвуковых дефектоскопов и толщиномеров, в том числе имеющих функцию автоматической непрерывной записи результатов контроля и функцию автоматической записи результатов измерения толщины с дискретностью 2 мм;

- контроль проникающими веществами (капиллярный контроль) – цветной метод.

Право проведения НК подтверждено соответствующими разрешительными документами:

- свидетельством о признании Российским Морским Регистром судостроительного производства;

- лицензией на право эксплуатации источников ионизирующего излучения генерирующих – рентгеновские аппараты;

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА «ПОСТОЯННОЕ УЛУЧШЕНИЕ» В ОАО «СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД «СЕВЕРНАЯ ВЕРФЬ»

*А.А. Хурсан, канд. эконом. наук, директор по качеству,
А.В. Бендииков, ведущий инженер,
ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь»,
контакт. тел. (812) 324 2914*

- санитарно-эпидемиологическим заключением на право эксплуатации источников ионизирующего излучения – гаммадефектоскопов и рентгеновских аппаратов;

- лицензией на право эксплуатации комплекса, в котором содержатся радиоактивные вещества.

Большое значение в обеспечении качества НК имеет подготовка персонала, осуществляющего НК. Аттестация персонала проводится в соответствии с «Правилами аттестации специалистов по НК» и в соответствии с EN 473 в ЦНИИ КМ «Прометей» (базовая организация по НК в судостроении), имеющей государственную лицензию на право аттестации таких специалистов. В настоящее время аттестованы на второй уровень начальник лаборатории, ведущие инженеры и дефектоскописты РГГ, специалисты ультразвукового контроля (УЗК) и конструкторской документации (КД). Кроме того, в соответствии с требованиями ОСТ 5Р.9095 проводится ежегодная аттестация дефектоскопистов РГГ. Для успешного прохождения аттестации с дефектоскопистами проводятся занятия (70 часов) по программе, согласованной с ЦНИИ КМ «Прометей».

Заключение в 2005 г. контракта на постройку серии судов-снабженцев буровых платформ для норвежского заказчика (соответственно по правилам и под надзором норвежского классификационного общества DNV – Det Norske Veritas), поставило перед службой качества и, в частности, перед лабораторией НК, новые задачи в связи с более жесткими требованиями к качеству контроля, предъявляемыми Европейскими нормами (EN), на основании которых разработаны Classification notes No. 7 Non-destructive testing (Классификационные примечания № 7 Неразрушающие испытания), регламентирующие проведение НК. Это и требования к аппаратуре, расходным материалам, иные (по сравнению с отечественными нормативными документами) требования к радиографическим

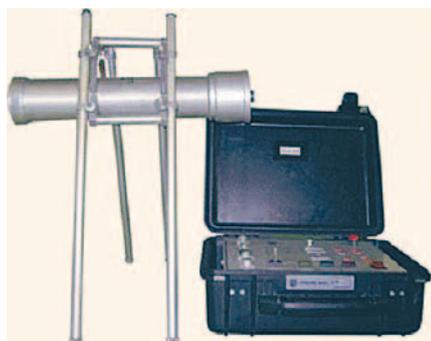
снямкам, формам представления результатов НК.

Для успешного проведения работ по правилам DNV в рамках действующей на заводе системы «Периодической подготовки персонала, оказывающего непосредственное влияние на качество выпускаемой продукции», была разработана программа, в которой были учтены особенности контроля сварных соединений в соответствии с EN. Специально для проведения аттестации на право проведения контроля по этим правилам были разработаны контрольные вопросы для компьютерного тестирования дефектоскопистов. Тестирование прошли все дефектоскописты. Хотелось бы отметить большую помощь, оказанную начальником лаборатории НК Выборгского судостроительного завода Ю.В. Коношевским, который одним из первых в отрасли стал работать по EN. Его консультации во многом помогли избежать ошибок при работе с DNV.

Следующим шагом было приобретение заводом необходимой аппаратуры. Так, завод купил отечественные рентгеновские аппараты, полностью соответствующие требованиям EN 444, индикаторы качества (эталоны чувствительности) по EN 462, радиографическая пленка, отвечающая требованиям EN 584. В связи с требованием табл. 4 EN 444 к плотности почернения радиограммы (большей оптической плотности, чем регламентированная ГОСТ 7512) пришлось приобрести негатоскоп с повышенной яркостью. Для осуществления ультразвукового контроля были приобретены стандартные образцы V1 и V2, необходимые для настройки ультразвуковых дефектоскопов.

Результатом такого подхода к подготовке и проведению контроля стало признание лаборатории представителями DNV и иных организаций, проводящих аудит завода. Здесь хотелось бы отметить особо, что большинство дефектоскопической аппаратуры, приобретенной «Северной верфью» – отечественного производства.

Нельзя не сказать о большой роли специалистов лаборатории по улучшению конструкции переносных рентгеноаппаратов (РА). По результатам шести месяцев эксплуатации первого РА было предложено изменить его конструкцию для облегчения и уменьшения габаритов без ухудшения характеристик. Специалисты лаборатории разработали конструкцию штатива с телескопическими опорами и со сменными подпятниками (магнитные, с резиновым основанием и заостренные), которые позволяют использовать РА на любых поверхностях и в любых пространственных положениях. Конструкция штатива отличается от предыдущих простотой и надежностью крепления излучающего блока РА. В настоящее время фирмой «Синтез-НДТ» все переносные РА комплектуются такими штативами.



Руководство предприятия на протяжении последних десяти лет проводит планомерную работу по внедрению передовых методов и аппаратуры контроля качества. Персонал лаборатории, представляющий собой коллектив высококвалифицированных специалистов, всячески инициирует на основе информации о новых разработках отечественных и зарубежных фирм в области НК внедрение современных средств НК и методик их использования.

В 2001 г. на выставке приборов и средств НК (Москва) специалисты завода познакомились с новейшей отечественной разработкой в области ультразвукового контроля (УЗК) – ультразвуковой исследовательской установкой (УИУ) «Сканер». Он позволяет проводить УЗК в автоматическом режиме

со скоростью сканирования 1000 мм/мин. с получением электронной записи результатов контроля по длине проконтролированного участка сварного шва и регистрацией типа (объемный, плоскостной, переходный) выявленных дефектов, глубин их залегания (в верхней, средней или нижней трети сечения шва), а также координаты расположения каждого выявленного дефекта от точки начала контроля, протяженности дефекта и его размера в сечении шва. Этот дефектоскоп наиболее приспособлен для контроля корпусных конструкций в судостроении. Но, поскольку данный дефектоскоп был предназначен только для контроля объектов подведомственных Ростехнадзору, потребовалось проведение его аттестации в ЦНИИ КМ «Прометей» и ЦНИИТС для использования в судостроении. В

договоре с ЗАО «Конструкция» о поставке первой УИУ «Сканер» было оговорено, что прибор при работе в автоматическом режиме должен быть настроен в соответствии с ОСТ 5Р.1093. После этого в течение полугода накапливались результаты контроля участков сварных соединений различных судовых конструкций и контрольных планок сварщиков тремя способами: с помощью «Сканера», путем проведения радиографического контроля и ручного ультразвукового контроля. В некоторых случаях для получения более полной картины сварные соединения вскрывались, что позволяло наглядно видеть реальные дефекты и сравнивать с результатами контроля. Полученные сравнительные данные были переданы в институты для обработки и принятия решения о возможности применения УИУ «Ска-

Таблица

Признаки поиска проконтролированного участка (снимка)

1	Дата составления направления (заявки на контроль)
2	Номер направления (заявки)
3	Метод контроля
4	Номер цеха или наименование подрядной организации выполнявшей сварку
5	Обозначение или наименование НД, по которому должна быть произведена оценка
6	Номер проекта
7	Номер заказа
8	Номер блока или секции (секций)
9	Обозначение чертежа
10	Месторасположение контролируемого участка с указанием след. признаков: Борт (ЛБ или ПрБ) или ДП Шпангоут, шпангоуты Конструкция: наружная обшивка (бортовая, днищевая, подзор); палуба (главная, верхняя, II, III, бака, юта и др.), платформа; второй борт; второе дно; переборка (продольная или поперечная), выгородки; подкрепления (вертикальный киль, стрингер бортовой или днищевой, карлингс, бимс, ребро жесткости, флор, рамный шпангоут, пиллерс, кница); комингс (полка, стенка, пояс); надстройка, мачты.
11	Тип сварного соединения СТЫК, ПАЗ: монтажный стык, монтажный паз
12	Конструкция сварного соединения (стыковое, угловое, тавровое, внахлест) с указанием конструкции разделки кромок
13	Материал свариваемых деталей и сварочные материалы
14	Толщина свариваемых кромок
15	Фамилия сварщика
16	Фамилия мастера по сварке
17	Фамилия мастера ОТК
18	Номер (номера) участка. Если участок не первичный, то к номеру добавляется индекс: Г – при выявлении границ П – при контроле исправленного участка П2 – при повторном контроле исправленного участка Д – при контроле дополнительных участков
19	Характеристики дефектов: качественные – Т(трещина), Н(непровар), С(скопление), Ш(шлак), П(пора) количественные размеры (в мм) и число однотипных
20	Оценка каждого проконтролированного участка в баллах (и при необходимости с указанием необходимости выявления границ)
21	Фамилия дефектоскописта (ов)
22	Фамилия оценившего результаты контроля
22	Дата проведения контроля

нер» в судостроении. Общим решением ЦНИИ КМ «Прометей», ЦНИИТС и «Северной верфи» «Сканер» был допущен к эксплуатации.

Это решение позволило провести массовый экспресс-контроль на двух заказах пр. 956ЭМ, существенно повысив производительность труда. Суммарная длина проконтролированных участков составила 6 км на каждом заказе.

В 2002 г. на выставке приборов и средств НК специалисты завода познакомились с системой улучшения качества изображения радиографических пленок (компьютерный негатоскоп). Возможность перевода изображений этих пленок в электронный вид, хранение и быстрый поиск делали весьма привлекательной такую систему для использования в судостроении, где количество пленок, просвеченных за год, достигает десятков тысяч. Быстрый поиск снимков здесь возможен не только по номеру, но и по сопутствующей информации: дата контроля, место контроля, фамилия сварщика и т.п. Такая система позволяла существенно сократить время статистической обработки полученных результатов НК и принятия предупреждающих или корректирующих действий в случае возникновения брака, однако не в полном объеме отражала специфику судостроения,

где сложность корпусных конструкций, разнообразие наименований отдельных элементов конструкций создают множественность (всего их более 40) признаков поиска снимков (см. таблицу).

чивающие стабильное качество сварочных работ. На основе созданной модели системы УКС на верфи разработана программа, позволяющая обрабатывать на новом уровне информацию о качестве



Схема системы управления качеством сварки

Для внедрения на заводе этого новшества была создана специальная рабочая группа, куда вошли представители лаборатории НК, отдела главного сварщика и отдела технического контроля. В процессе работы были сделаны выводы о необходимости создания на основе компьютерного негатоскопа системы управления качеством сварки (УКС), учитывающей многие составляющие, обеспе-

сварки. С 2010 г. система была внедрена на заводе в промышленную эксплуатацию. Этот пример свидетельствует о том, что, несмотря на все трудности, переживаемые страной и отраслью, заинтересованное, профессиональное отношение к делу специалистов позволяет на практике реализовывать принципы, заложенные в международных стандартах ИСО серии 9000. ■

В этой книге из серии «История отечественного военного судоремонта» опубликованы очерки, посвященные предприятиям, входившим в судоремонтный промышленный главк в составе ВМФ.

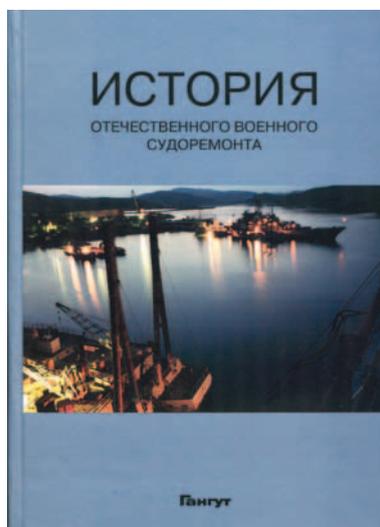
В 1954 г. был издан приказ ГК ВМС №081 «О мероприятиях по улучшению руководства судоремонтными заводами ВМС, эксплуатации кораблей и вооружения», в котором было отмечено, что разрыв между потребностями в судоремонте и его выполнением продолжает увеличиваться. Одной из основных причин создавшегося положения признавалось «отсутствие в ВМС центрального органа, непосредственно отвечающего за работу заводов, обеспечению их квалифицированными кадрами и материалами, передовую организацию и технологию производства, за их дальнейшее развитие».

Книга знакомит с тем, как появились 51 Центральный конструкторско-технологический институт судоремонта, техническое училище ВМФ, Ломоносовская центральная база технического имущества. В ней рассказано о создании и работе судоремонтных предприятий во всех регионах страны.

Авторы очерков и составители делятся бесценным опытом организации судоремонта кораблей как важнейшей части поддержания их в надлежащем состоянии, а значит, и обеспечения дееспособности морских сил. Знакомство с этим

ИСТОРИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО СУДОРЕМОНТА

История отечественного судоремонта / Под общей редакцией Г.Н. Муру. – В 3-х кн. – Кн. 3: Заводы. Люди. Корабли. – СПб.: Гангут, 2011.



опытом приобретает особое звучание в наши дни, ибо назрела необходимость воссоздания и инвестиционного развития в современных условиях единой системы технического обслуживания и ремонта не только военных кораблей, но и гражданских морских и речных судов, находящихся в эксплуатации. Это ста-

новится особенно важным в связи с тем, что срок их эксплуатации фактически предельный, что порой приводит к крушению и авариям судов.

Об этой проблеме пишут, например, специалисты на страницах журнала «Морской вестник», в частности, Г.Н. Муру в статье «Условия эффективного функционирования системы ТО и Р морской техники» (№2(38), 2011), а о положении в речном флоте – Г.В. Егоров и А.Г. Егоров в статье «Исследование риска эксплуатации отечественных речных судов», где напоминают о трагедии с речным пассажирским судном «Булгария» (№3(39), 2011).

В книге, предлагаемой вниманию читателей, не приводится подробная информация о новейшей истории судоремонтных предприятий, но зато исчерпывающе отражена работа существовавшей ранее системы технического обслуживания и ремонта кораблей. И этот пример не должен и не может остаться без внимания специалистов отрасли и тех, кто принимает судьбоносные решения. ■

В этом году двадцатилетний юбилей Санкт-Петербургской компании ЗАО «Морские навигационные системы» совпал с двадцатилетием выставки «Нева», в проведении которой на протяжении всего этого срока компания принимала самое активное участие.

ЗАО «МНС» – РОВЕСНИК ВЫСТАВКИ «НЕВА»

*ЗАО «Морские навигационные системы»,
контакт. тел. (812) 320 3840*



Стенд ЗАО «МНС»

Стенд ЗАО «МНС» разместился на 185 м² в павильоне № 4 выставочного комплекса «Ленэкспо» и на открытой площадке. Кроме того, был арендован причал для стоянки катера. Как и в прежние годы, основные экспозиции были посвящены судостроению, судостроительству, деятельности портов и освоению океана и шельфа.

На церемонии открытия выставки выступили Заместитель Председателя Правительства РФ С.Б. Иванов и губернатор Санкт-Петербурга Г.С. Полтавченко. Было отмечено, что в этом году участниками стали более 650 различных фирм и предприятий из 43 стран.

Выступившие подчеркнули, что выставка «Нева-2011» по праву за-

нимает одно из ведущих мест среди международных гражданских морских выставок и пожелали всем участникам плодотворной работы, взаимовыгодных соглашений, полезных и интересных встреч.

Первое, на что обращали внимание посетители стенда ЗАО «МНС», был изящный пульт управления комплексом инженерно-технических средств охраны объектов. Пульт разработан компанией с учетом возможностей возникновения различных угроз и включает экран радиолокационной станции, электронно-картографическую навигационную информационную систему, систему дневного и ночного видеонаблюдения с использованием оборудо-

вания компании «Hernis Scan Systems», систему освещения подводной обстановки (СОПО) на основе сонаров компании «Reson», средства управления, контроля и связи. На экране СОПО в имитационном режиме можно наблюдать акустическое изображение, приближающегося к объекту подводного пловца, отслеживать траекторию его движения, определять скорость и другие параметры цели.

Такой же комплекс, но уже в мобильном исполнении, демонстрировался на открытой площадке. Пост размещался в блоке контейнерного типа, закрытого маскировочной сетью, над контейнером вращалась антенна РЛС. В компактном, но комфортабельном блоке расположены системы автономного электропитания, пульт управления и связи, средства жизнеобеспечения персонала, а также отдельное помещение для отдыха операторов. Эти комплексы были созданы трудом конструкторов, дизайнеров, инженеров и рабочих компании.

Дождливая погода не помешала многим гостям заглянуть в блок, где операторы – сотрудники ЗАО «МНС» демонстрировали работу приборов и рассказывали о назначении и особенностях комплекса.

На стенде в павильоне № 4 в это время посетители с интересом рассматривали пульт КСУТС (комплексная система управления техническими средствами). Система предназначена для сбора дан-



Мобильный комплекс инженерно-технических средств охраны объектов

ных о работе судовых силовых и энергетических установок, системы льяльных вод и судовых агрегатов. После обработки и обобщения информация отображается на дисплеях с тем, чтобы обеспечить экипажу поддержку в принятии решений.

Рядом был расположен главный распределительный щит, служащий для приема электроэнергии от генераторов и передачи ее к другим щитам и судовому оборудованию. В щите смонтированы автоматические переключатели, коммутационно-защитные устройства, а на лицевой панели – приборы управления и сигнализации.

На большой плазменной панели демонстрировались слайды, которые в текстовой и графической форме отражали основные направления деятельности ЗАО «МНС», а также рекламный видеоролик о производственно-техническом комплексе компании, включающем необходимый станочный парк, самое современное оборудование. Был показан полный цикл производства от разделки металла до сборки конструкций, установки в них приборов, отладки и тестирования.

Многие посетители останавливались у макета уникальной цилиндрической морской платформы компании «Sevan Marine». Благодаря своей форме платформа позволяет хранить большой объем добываемого углеводородного сырья и обладает высокой устойчивостью к воздействию ветра и волнения. Платформа спроектирована таким образом, что может самостоятельно перемещаться и маневрировать с использованием системы динамического позиционирования. Интегрированная система управления и контроля позволила сократить экипаж платформы до 30 человек. В настоящее время в мире эксплуатируются уже пять платформ подобного типа. ЗАО «МНС» как представитель компании «Sevan Marine» в России проводит активную работу по информированию предприятий топливно-энергетического комплекса об эксплуатационных преимуществах цилиндрических платформ и готовится принять участие в их оснащении всем необходимым оборудованием.

Зона стенда ЗАО «МНС», отведенная для экспозиций иностранных партнеров, была разделена на отдельные секции, где представители компаний показывали свои новейшие разработки. Так, фирма «Kelvin Hughes» – одна из старейших и известнейших в мире, многие годы специализирующаяся на разработке и производстве оборудования навигации и связи, представила ЭКНИС «Manta Digital» и РЛС «SharpEye». В этом радаре вместо традиционного магнетрона для формиро-



На стенде «МНС» (слева направо): председатель Совета директоров ЗАО «МНС» С.Р. Комаров, генеральный директор ОАО «Концерн «НПО «Аврора» К.Ю. Шилов и директор по развитию и маркетингу ОАО «Концерн «НПО «Аврора» В.Ю. Бобровиц

вания зондирующего импульса применяется полупроводниковый усилитель мощности, а для измерения скорости цели используется доплеровский эффект. Импульсно-фазовый метод локализации позволяет отслеживать даже малоразмерные, близко расположенные цели, т.е. повышает разрешающую способность РЛС. ЗАО «МНС» и «Kelvin Hughes» связывает давнее сотрудничество. Российское предприятие поставляет и устанавливает РЛС, регистраторы данных рейса, оборудование ГМССБ производства «Kelvin Hughes» на суда всех типов. Это оборудование также используется для встраивания в интегрированные мостиковые системы.

На стенде компании «RESON», имеющей тридцатилетний опыт разработки и производства гидрографических однолучевых и многолучевых систем, сонаров переднего и кругового обзора, программного обеспечения, гидрофонов, измерителей скорости звука в воде, была выставлена рекламная продукция фирмы и демонстрировался видеоролик, рассказывающий об областях применения оборудования компании. Ее продукция благодаря высокому качеству завоевала широкое признание во всем мире. Эхолоты компании «RESON», а их к настоящему времени установлено на надводных судах и подводных аппаратах (в том числе и российских) более 1100 комплектов, используются для проведения гидрографических работ во всех акваториях, от мелководных до глубоководных океанских.

В период проведения выставки в реальных условиях демонстрировался

многолучевой эхолот «HydroBat», установленный на катере. Во время его выходов в акваторию Финского залива и Невы специально приглашенные заинтересованные специалисты могли убедиться в достоинствах прибора, сочетающего в себе великолепное соотношение цены–качества с возможностью использования в широком спектре гидрографических и поисковых работ.

Уже упоминавшаяся компания «Hepnis Scan Systems» является мировым лидером в области производства высококачественных систем теленаблюдения (CCTV), которые специально созданы для работы в опасных и агрессивных средах и в то же время идеально вписываются в интерьеры круизных лайнеров. Автономность систем теленаблюдения этой компании обеспечивает их успешное применение на любых объектах. Возможность полной интеграции в компьютерные системы заказчика определяет высокий уровень соответствия жестким требованиям комплексных проектов нефтегазовых морских и береговых сооружений. На стенде компании были установлены стационарные и дистанционно управляемые видеокмеры дневного и ночного наблюдения, связанные с портативной рабочей станцией, имеющей дисплей, работающий в многооконном режиме.

Фирма «Hydroacoustics» представила мобильную систему Diver Interdiction System (DIS) противодействия подводным диверсантам. Подобная система в стационарном сетевом варианте используется ЗАО «МНС» для создания комплекса многоуровневой защиты аква-

торий гаваней, портов и гидротехнических сооружений. Работа системы основана на формировании широкополосных, низкочастотных акустических сигналов, которые оказывают неблагоприятный, но при этом нелегальный биоэффект на подводных пловцов. Эти сигналы принуждают их отказаться от попытки приблизиться к объекту и всплыть на поверхность.

Представители компании «Autronica Fire and Security» – разработчика и производителя оборудования для обнаружения и тушения пожаров – демонстрировали действующую модель распределенной интерактивной системы пожарной сигнализации Autrosafe для средних и больших судов с блоком управления и мониторинга Automaster. На экране дисплея отображается план размещения датчиков и детекторов, что позволяет оператору контролировать помещения судна и в случае возникновения опасности дать капитану рекомендацию по применению средств борьбы за живучесть. Система отвечает требованиям IMO/SOLAS и сертифицирована основными классификационными обществами. «Autronica Fire and Security» самостоятельно осуществляет весь цикл работ от проектирования и изготовления систем до установки и сервисного обслуживания.

Компания «Cathelco» – мировой лидер в области проектирования и производства систем катодной защиты корпуса судна, а также систем защиты трубопроводов от образования морскими организмами и от коррозии. «Cathelco» имеет 30-летний опыт проектирования и установки подобного оборудования на все типы кораблей, судов и морских сооружений. В настоящее время системы катодной защиты установлены более чем на 6000 судах, а системы защиты трубопроводов – более чем на 11 000 судах по всему миру.

В секции компании «Blockland Non Ferro» были размещены материалы о таком необходимом для судов оборудовании, как охладители донного типа, расширительные баки, теплообменники, виброизолирующие системы для двигателей, позволяющие снизить уровень шума и создать комфортную обстановку. Эта информация была интересна и проектным бюро, и представителям судостроительной отрасли и судовладельцам.

Компания «Vaisala» изготавливает и поставляет автоматические метеостанции, как наземные, так и судовые. Метеостанции имеют дистанционное управление и канал передачи данных, что позволяет располагать их на значительном расстоянии пульты сбора информации. Характерная особенность метеостанций «Vaisala» – их модульное ис-

полнение, позволяющее формировать минимально необходимый комплект метеодатчиков и создавать комплекс, обеспечивающий получение всего объема данных, характеризующих состояние атмосферы.

На стенде компании можно было видеть автоматическую судовую станцию «MAWS-410». Блок датчиков включает измерители направления и скорости ветра (кажущегося и истинного), измерители атмосферного давления, влажности, температуры воздуха и воды. Данные выводятся на два прибора отображения и управления. ЗАО «МНС» поставляет и устанавливает на судах метеостанции компании «Vaisala» в комплекте навигационного оборудования.

Компания «Raytheon Anschutz» с 1905 г. работает на рынке морского приборостроения и завоевала высокий авторитет как поставщик оборудования, отвечающего насущным потребностям мореплавания. В списке продукции компании – высокоточные гирокомпасы, способные работать во всех широтах, включая приполюсные районы, курсовые и пеленгаторные репитеры, магнитные компасы, авторулевые, РЛС, ЭКНИС. В этот раз фирма выставила на стенд гирокомпас «Standard 22», пожалуй, самый популярный на рынке этих приборов. Выполненный с применением самых современных технологий, этот гирокомпас сочетает компактность, надежность, универсальность и простоту в обслуживании. Приборы «Raytheon Anschutz» пользуются заслуженной популярностью у судостроительных организаций, судовладельцев и судоводителей.

Фирма «Thrane&Thrane» основана в 1981 г. и является одной из самых известных в мире. Она специализируется на производстве и поставках широкого спектра коммуникационного оборудования, в том числе и морского. В перечень продукции «Thrane&Thrane» – УКВ, ПВ/КВ радиоустановки, оборудование ГМССБ, спутниковой связи и телевидения, судовые системы охранного оповещения, станции ИНМАРСАТ, спутниковые аварийные радиобуи. Компания привезла на выставку судовую земную станцию (СЗС) ИНМАРСАТ «Fleet-Broadband», обеспечивающую самый современный сервис широкополосной передачи данных и голосовой связи. Эта станция основана на стандартах мобильной связи третьего поколения и обеспечивает непрерывный охват поверхности планеты от 76° с.ш. до 76° ю.ш.

Компании «Aker Porsgrunn» и «Aker Pusness» входят в группу «Aker Solutions». Первая производит рулевые машины, а вторая – палубное оборудование: якорные, швартовные, буксирные устройства и системы отгрузки нефти с морских платформ. Изделиями

этих фирм оснащены многие сотни судов, работающих под флагами крупных компаний-судовладельцев. Разумеется, образцы продукции не могли бы уместиться на стенде, однако посетители могли получить проспекты об изделиях, а представители группы охотно давали необходимые разъяснения.

«В.Нерworth and Co.» изготавливает стеклоочистители, стеклоомыватели, устройства подогрева стекол для наземного транспорта и судов различных типов. ЗАО «МНС», видя свою задачу в предоставлении заказчикам наиболее полного комплекта разнообразного судового оборудования, изготовило для демонстрации на стенде компании действующие модели прямоугольных и пантографных стеклоочистителей.

«Tideland Signal» специализируется на производстве сигнального оборудования. Им оснащаются средства плавучего ограждения и морские платформы. Кроме того, компания изготавливает и поставляет для установки на этих объектах звукооповещательные средства, радиолокационные ответчики, системы дистанционного управления и другое оборудование, обеспечивающее безопасность. Поскольку сотрудничество с предприятиями топливно-энергетического комплекса – одна из важнейших задач в деятельности ЗАО «МНС» компания «Tideland Signal» продемонстрировала на стенде средства навигационного предупреждения, специально предназначенные для установки на морских платформах.

Разумеется, в короткой статье невозможно осветить все аспекты деятельности компании и рассказать обо всех партнерах ЗАО «МНС». Здесь упомянуты лишь те, что были гостями на стенде фирмы, который за четыре дня выставки осмотрели более 400 посетителей. Во время проведения выставки состоялись встречи и переговоры с представителями государственных структур, судостроительной отрасли, топливно-энергетического комплекса, конструкторских бюро, научно-исследовательских организаций. На этих встречах были намечены пути дальнейшего сотрудничества и определены приоритетные направления развития.

Сотрудники ЗАО «МНС» также приняли участие в 11-й юбилейной конференции «Российское судостроение, судоходство, деятельность портов, освоение океана и шельфа».

В целом можно сказать, что участие ЗАО «МНС» в такой престижной выставке, как «Нева-2011», тот интерес, с которым посетители осматривали экспозицию фирмы, наглядно свидетельствуют о том, что компания уже давно по праву занимает достойное место на российском рынке морской техники. ■

НЕВА-2011

20 – 23 СЕНТЯБРЯ 2011



Выставка «НЕВА», организованная в 1991 г. по инициативе Минсудпрома и Минморфлота СССР, по праву занимает одно из ведущих мест среди международных гражданских морских выставок и конференций.

Юбилейная, десятая, выставка «НЕВА-2011» прошла при поддержке и активном участии Международной морской организации (ИМО ООН). Генеральным спонсором выступила Государственная корпорация «Банк развития и внешнеэкономической деятельности» (Внешэкономбанк).

С 2009 г. выставка «НЕВА» проходит при поддержке Министерства транспорта РФ и «Объединенной судостроительной корпорации» («ОСК»). В рамках выставки корпорация провела «круглые столы» на темы: «Стратегия ОАО «ОСК» в области гражданского судостроения», «Политика закупок ОАО «ОСК» при строительстве гражданских судов».

«ОСК» планирует через 10 лет снизить степень износа основных производственных фондов до 30–40%. Об этом заявил начальник департамента гражданского судостроения «ОСК» Дмитрий Сапов. Глава департамента также добавил, что в соответствии с планом корпорации через 10 лет производительность труда должна повыситься в 3–3,5 раза. Среди главных задач Дмитрий Сапов отметил необходимость принятия федерального закона «О мерах по поддержке судостроения и судоходства» в РФ», который предусматривал бы создание промышленно-производственных судостроительных зон со специальными налоговыми и таможенными режимами, а также необходимость формирования приемлемых ставок кредитования.

ИТОГИ ВЫСТАВКИ «НЕВА-2011»

ЗАО «Транстех Нева Эксбишннс»,
контакт. тел. (812) 321 2676



Выставку открыл заместитель Председателя Правительства РФ, председатель Морской Коллегии при Правительстве РФ С.Б. Иванов

В рамках программы выставки «НЕВА-2011» 22 сентября 2011 г. ОАО «Группа компаний «Русское море» в лице заместителя генерального директора Максима Ключина и ОАО «ОСК» в лице вице-президента Дмитрия Мироненкова подписали соглашение о стратегическом партнерстве в сфере проектирования и строительства современного рыбопромыслового флота. В соответствии с документом стороны планируют подготовить и подписать контракт на проектирование и строительство на производственных мощностях «ОСК» до 10 рыбопромысловых судов по техническому заданию Группы компаний «Русское море». Участники соглашения объявили о создании совместной Рабочей группы для организации работ и контроля за ходом проекта. «ГК «Русское море» также заявляют о начале новой стратегии развития, ориентированной на постепенное вхождение в рыбопромысловый сектор. Компания видит серьезные перспективы в сфере рыбной добычи и планирует развитие данного сегмента на базе стратегического партнерства с «ОСК». Собственная добыча позволит компании снизить зависимость от ценовых колебаний закупаемого сырья.

20 сентября 2011 г. в Санкт-Петербурге в рамках программы «НЕВА-2011» проходила международная научно-практическая конференция «Водный транспорт Европы: интеграция, инвестиции, инновации», организованная Санкт-Петербургским госу-

дарственным университетом водных коммуникаций. В работе конференции приняли участие руководители и специалисты Министерства транспорта РФ, Федерального агентства морского и речного транспорта, Администрации Санкт-Петербурга, представители Государственных бассейновых управлений, члены Ассоциации судоходных компаний, Ассоциации портов и судовладельцев речного транспорта, Ассоциация владельцев пассажирских судов Санкт-Петербурга, Российского научно-технического общества водного транспорта, руководители и сотрудники научно-производственных предприятий и проектных организаций, научно-исследовательских институтов, портов, судостроительных и судоремонтных предприятий и организаций России и иностранных государств (Финляндии, Германии, Турции, Японии, Китая).

На конференции были рассмотрены следующие вопросы: возможности и перспективы интеграции внутренних водных путей Европы и России; развитие мультимодальных перевозок как фактор повышения конкурентоспособности водного транспорта; создание условий для переключения грузов с наземных видов транспорта на внутренний водный транспорт; речное судостроение: приоритеты и инновации; энергоэффективность и энергосбережение на водном транспорте; приоритетные проекты развития инфраструктуры внутренних водных путей в рамках ФЦП «Раз-

витие транспортной системы России (2010–2015 годы)»; государственно-частное партнерство – механизм повышения инвестиционной привлекательности речного транспорта и др.

Кроме того, в рамках работы конференции были проведены «круглые столы» на темы: «Сотрудничество в области водного транспорта и речного судостроения как фактор развития двусторонних отношений России с зарубежными странами» (модераторы – Г.Егоров, С.Барышников), «Модернизация инфраструктуры внутренних водных путей на основе инновационных технологий» (модераторы – И.Злобин, О.Шахмарданов).

По итогам работы конференции принята резолюция, в которой отмечается, что динамичное развитие внутреннего водного транспорта, реализация его стратегических преимуществ, повышение конкурентоспособности речных перевозок может быть достигнуто за счет следующих мероприятий:

- гармонизации действующих режимов внутреннего судоходства европейских стран, определения сфер для дальнейшей координации, взаимодействия, транспарентности и согласования правил и предписаний для внутреннего водного транспорта на общеевропейском уровне; стимулирования применения транспарентных и стандартных общеевропейских правил судоходства по внутренним водным путям;

- создания условий для повышения качества речного судоходства, а именно строительство нового современного флота, развитие судоремонтных мощностей, совершенствование инфраструктуры внутренних водных путей;

- координации развития сети европейских водных путей категории E, реализации в полном объеме и в планируемые сроки комплексных инвестиционных проектов реконструкции гидротехнических сооружений ЕГС в составе ФЦП «Развитие транспортной системы России (2010–2015 годы)», а также проекта наполнения Чебоксарского водохранилища до отметки 68 м, положительного решения вопроса о строительстве Багаевского гидроузла;

- координации мер по модернизации флота судов внутреннего плавания на общеевропейском уровне и оказание поддержки в принятии таких мер, в том числе стимулирование проведения исследований по созданию современных типов судов с энергосберегающими судовыми энергетическими установками, модернизации флота и повышению его эффективности, продолжение деятельности по разработке технических предписаний для судов типа «река–море»;

- интеграции внутренних водных путей РФ в большое европейское водное кольцо за счет реализации комплекса мер по открытию внутренних водных путей РФ для плавания судов под флагами иностранных государств, повышения привлекательности воднотранспортного маршрута МТК «Север–Юг»;

- развития мультимодальных перевозок с участием внутреннего водного транспорта на основе создания терминально-распределительной логистической сети и мультимодальных комплексов многоцелевого назначения на внутренних водных путях России с целью снижения транспортных издержек, внешних экологических затрат, бюджетных расходов на содержание и развитие транспортной инфраструктуры;

- обеспечения безопасности судоходства, в том числе на основе создания речных информационных систем (РИС), интегрированных с аналогичными морскими системами, поддержание общеевропейского диалога по реализации и дальнейшему развитию РИС;

- повышения инновационного потенциала водного транспорта на основе интеграции науки, образования и производства, реализации пилотных инновационных проектов, создания и функционирования научно-образовательных центров на базе ведущих отраслевых вузов, учреждения грантов для ведения актуальных отраслевых научных исследований и пр.

Участники конференции признали актуальность проблем и поддержали предложение о разработке Стратегии развития внутреннего водного транспорта Российской Федерации до 2030 г., что позволит выработать системные подходы к решению проблем отрасли и повышению ее инвестиционной привлекательности, определить приоритеты и направления дальнейшего развития, обеспечить рост конкурентоспособности речных перевозок, создать условия для эффективной интеграции внутренних водных путей России и европейских стран.

В рамках программы «НЕВА–2011» состоялась 11-я юбилейная конференция «Российское судостроение, судоходство, деятельность портов, освоение океана и шельфа». На пленарном заседании «Развитие судоходства в Арктике и создание ледовых транспортных средств» был представлен ключевой доклад по новому Полярному Кодексу ИМО ООН. В программу конференции были включены также секционные заседания и «круглые столы»: «Суда и технические средства для работы на морском шельфе, поддержка операций на морском шельфе», «Технология судостроения и судоремонта», «Разви-

тие гражданского судостроения и торгового мореплавания», «Развитие арктического судостроения и судоходства «Развитие рыбопромыслового судостроения и рыбопромыслового флота». В ходе конференции научный руководитель ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова академик В.М. Пашин отметил, что потребность Российского флота до 2020 г. составляет 1,9 тыс. судов общей стоимостью 42 млрд. долл., в том числе потребность морского флота – 260 транспортных и 175 вспомогательных судов, Россия же способна разработать любой судостроительный проект.

Министерство транспорта России, Минрегионразвития, Минпромторг, Федерация водно-моторного спорта России в рамках деловой программы выставки «НЕВА–2011» 20 сентября 2011 г. провели «круглый стол» на тему «Перспективы развития малого и среднего гражданского судостроения в России» с участием Министерства экономики Турецкой Республики, Генерального секретариата Союза экспортеров Стамбула, Ассоциации экспортеров судов и яхт Турции, Ассоциации судостроителей Турции. В рамках заседания «круглого стола» были рассмотрены вопросы: межрегиональное сотрудничество субъектов Российской Федерации и производителей малого и среднего судостроения Турецкой Республики; проектирование и развитие малоформатных судостроительных предприятий, специализирующихся на строительстве малого пассажирского флота с числом работающих до 100 человек; развитие малых проектных и дизайнерских бюро по проектированию малотоннажного грузового и пассажирского флота; организация стажировок и обмен опытом менеджеров, курирующих проектирование и строительство малого и среднего гражданского флота двух стран.

Союз немецких машиностроителей (VDMA) в сотрудничестве со США «Марин Консалтинг» 20 сентября 2011 г. в рамках деловой программы «НЕВА–2011» провели первый морской деловой форум «Германия–Россия: судостроение». По мнению германской стороны, российское судостроение в настоящее время находится на стадии принятия ключевых решений. Как политические круги, так и промышленные стремятся к модернизации российского гражданского флота и к значительному увеличению судостроительных мощностей. В 2011 г. ожидается одобрение закона о мерах по поддержке дальнейшего развития судостроения и судоходства, который будет способствовать их значительному росту. В этом отношении российский рынок представляется очень выгодным, особенно для немецкой отрасли, производящей качественно высокотехнологич-



ную судовую и морскую технику, способствующую экономии энергии и эксплуатационных расходов и одновременно позволяющую бережно относиться к окружающей среде.

Государственная морская акаде-

можность пройти подготовку на современных тренажерах «Группы компаний «Совкомфлота». На базе тренажерного комплекса, а также аналитического центра будут готовить новые кадры для судоходства, что позво-



мия им. адм. С.О. Макарова (ГМА) и ОАО «Совкомфлот» подписали протокол о намерениях по подготовке и обеспечению образовательной деятельности нового учебно-тренажерного центра (УТЦ), создаваемого в «Группе компаний ОАО «Совкомфлот» для подготовки, переподготовки и повышения квалификации членов экипажей морских судов и других специалистов.

Со стороны ОАО «Совкомфлот» протокол подписал первый заместитель генерального директора Сергей Поправко, со стороны ГМА им. адм. С.О. Макарова – начальник академии Валерий Михеев. Основной частью учебно-тренажерного центра станет специализированный тренажер, имитирующий навигационный мостик судна, с которого происходит управление судном. Курсанты, обучающиеся в академии, также получают воз-

лит нашей стране сохранять лидирующие позиции в мире в области морских перевозок в сложных климатических условиях.

20 сентября 2011 г. в Санкт-Петербурге в рамках 10-й ежегодной конференции бизнес-партнеров Группы компаний «Совкомфлот» состоялось подписание соглашения о сотрудничестве между «Штокман Девелопмент АГ» (ШДАГ) и ОАО «Совкомфлот». Документ подписали главный исполнительный директор ШДАГ Алексей Загоровский и генеральный директор – председатель Правления ОАО «Совкомфлот» Сергей Франк. Соглашение предусматривает взаимные консультации и обмен информацией по вопросам обеспечения Штокмановского проекта судами вспомогательного флота, организации экологически безопасных логистических схем морской транспортировки и перевалки жидких углеводородов, эксплуатации береговых баз обеспечения.

В юбилейной выставке приняли участие более 660 фирм и предприятий из 43 стран, были открыты 17 национальных павильонов и групповых экспозиций общей площадью более 12 000 м² в выставочном комплексе «Ленэкспо». Они были организованы при поддержке и участии правительств, экспертных советов и ассоциаций морской промышленности лидирующих морских держав, включая Сообщество Ассоциаций судостроителей ЕС (Community of European Shipyards Associations – CESA), Береговую охрану США (USCG\AMVER), Американское Бюро судоходства (ABS), Ассоциации VDMA, VSM (Германия), министерства промышленности КНР, UBI France, Хорватской торговой палаты, испанского Института внешней торговли ICEX, Государственной администрации «Укрмор-



речфлот» Министерства инфраструктуры Украины. Выставку и конференции посетили в общей сложности 24 100 специалистов. ■

По инициативе Генерального секретаря Европейской ассоциации судостроителей (CESA) Рейнхарда Люкена в рамках международной выставки «Нева-2011» состоялся второй совместный «круглый стол» судостроителей России и ЕС с участием Сообщества ассоциаций судостроительных предприятий ЕС и Ассоциации судостроителей Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Основная цель проведения «круглого стола» – укрепление связей между ассоциациями судостроителей Европы и России.

В преддверии подписания соглашения между Правительством Санкт-Петербурга и «Объединенной судостроительной корпорацией» («ОСК») о создании в нашем городе судостроительного кластера судостроителям Санкт-Петербурга было интересно познакомиться с деятельностью аналогичных организаций в странах Европы с развитым судостроением. В частности, для наших специалистов чрезвычайно интересным было узнать цели, задачи, структуру, методы работы и главное – результаты создания таких организаций.

В свою очередь, для европейских судостроителей и судовладельцев представляла определенный интерес информация о состоянии и перспективах развития сотрудничества.

В работе «круглого стола» с российской стороны приняли участие специалисты ряда предприятий нашего города, в том числе ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова и Центра технологии судостроения и судоремонта, а также первый заместитель председателя Комитета экономики, промышленной политики и торговли Правительства Санкт-Петербурга И.Илюхин.

«Круглый стол» вели Генеральный секретарь Европейской ассоциации судостроителей Рейнхард Люкен и Президент Ассоциации судостроителей Санкт-Петербурга и Ленинградской области В.Александров.

С докладом о деятельности ООО «Судоимпорт» выступил генеральный директор М.Максименко. Основной доклад о деятельности морских кластеров в странах Европы сделал Р.Люкен, а с содокладами выступили представители Франции, Голландии и Финляндии.

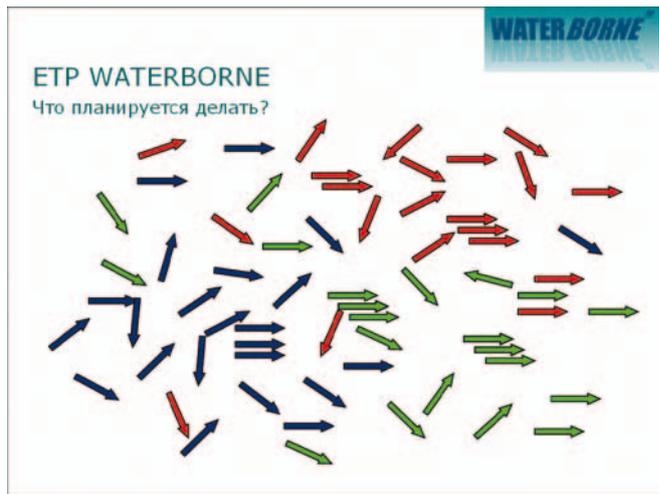
По материалам доклада и содокладов состоялась дискуссия, в ходе которой выявилось основное отличие подхода европейцев к созданию таких структур по их составу. В частности, в европейских странах организованы кластеры морской индустрии, которые кроме предприятий судостроения и судоремонта включают также судоходные компании, порты, терминалы, образовательные учреждения, классификационные общества.



ВТОРОЙ «КРУГЛЫЙ СТОЛ» СУДОСТРОИТЕЛЕЙ РОССИИ И ЕС

*Ассоциация судостроителей Санкт-Петербурга и Ленинградской области,
контакт. тел. (812) 786 1172*

Это позволяет скоординировать работу и учесть интересы всех участников морской индустрии. Если вне кластера интересы фирм зачастую не только разнонаправлены, но и противоположны, то в составе кластера происходит координация действий входящих в него предприятий и организаций и развитие совместной деятельности.



По утверждению Р.Люкена, одним из результатов организации кластера является появление возможности разработки программы развития стратегических исследований с определением приоритетных направлений, таких как:

- безопасный стабильный и эффективный водный транспорт,
- конкурентноспособная морская промышленность,
- управление растущими объемами торговли и поиски новых решений.

Работа «круглого стола» проходила в деловой и доброжелательной обстановке и была полезна как отечественным, так и европейским судостроителям. ■

5 октября 2011 г. состоялось общее собрание членов Ассоциации судостроителей Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Его повестка была весьма обширной и, в частности, включала:

дискуссию о создании в Санкт-Петербурге морского кластера;

рассмотрение вопросов о ходе модернизации производства и технологий морского приборостроения, которая осуществляется в Ассоциации МАРП «Моринформсистема»;

обсуждение возможности и целесообразности создания Союза судостроителей России;

О РЕШЕНИЯХ ОБЩЕГО СОБРАНИЯ АССОЦИАЦИИ СУДОСТРОИТЕЛЕЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА И ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Ассоциация судостроителей Санкт-Петербурга и Ленинградской области, контакт. тел. (812) 786 1172



Президиум собрания (слева направо): генеральный директор ОАО «Выборгский судостроительный завод» В.Г. Левченко, Президент Ассоциации В.Л. Александров, вице-президент Ассоциации генеральный директор ОАО «Армалит-1» А.В. Кузнецов

прием новых членов Ассоциации судостроителей.

Принята к сведению информация о подписании соглашения между Правительством Санкт-Петербурга

и «Объединенной судостроительной корпорацией» («ОСК») о создании судостроительного кластера и рекомендовано продолжить активные консультации Ассоциации судостроителей с

КЭРППиТ СПб, «ОСК» и Комиссией Совета Федерации по национальной политике Федерального Собрания РФ по вопросам формирования в Санкт-Петербурге такого кластера, определение целей, задач, структуры и методов работы

Принято целесообразным вынести вопрос об интеграции концернов морского приборостроения на рассмотрение Минпромторг РФ и предложить «ОСК» создать координационный совет по внедрению ИПИ-технологий в судостроение.



Генеральный директор ОАО «ЦНИИ «Курс» Л.М. Клячко

Предложено создать под руководством вице-президента Ассоциации генерального директора ОАО «Армалит-1» А.В. Кузнецова рабочую группу для проработки вопросов учреждения Всероссийского Союза судостроителей.

Единогласно были приняты в Ассоциацию судостроителей ОАО «Новая ЭРА» и ОАО «Невское ПКБ». ■



В зале заседаний

Четырнадцатый морской министр (управляющий Морским министерством), генерал-адъютант, адмирал, член Государственного Совета (1916) и Адмиралтейств-совета, почетный член конференции Николаевской морской академии Федор Карлович Авелан родился 12 сентября (31 августа) 1839 г. в семье отставного поручика русского линейного батальона Карла Авелана, в местечке Ловисе Нюландской губернии в Великом Княжестве Финляндском.

В 8-летнем возрасте 24 (12) ноября 1847 г. мальчика определили в морскую роту Александровского кадетского корпуса в Санкт-Петербурге. Через два года, 4 сентября (31 августа) 1849 г., Федор был переведен в Морской кадетский корпус. С этого времени вся жизнь Федора Карловича была связана с императорским флотом России.

1 сентября (20 августа) 1855 г. Федора произвели в гардемарины. На действительную службу он был зачислен 12 сентября (31 августа) 1855 г. С 23 (11) мая по 15 (3) августа 1855 г. гардемарин Федор Авелан на 84-пушечном линейном парусном корабле «Лефорт» под командой капитана 1 ранга А.М. Кишкина находился в плавании по Балтийскому морю.

С окончанием Морского кадетского корпуса 18 (6) июня 1857 г. Федор Карлович был произведен в мичманы (первое офицерское звание) с назначением в 26-й флотский экипаж (*экипажи Балтийского флота присваивали номер с 1-го по 27-й включительно; экипажи Черноморского флота – с 28-го по 37-й включительно*). С 17 (5) мая по 11 ноября (30 октября) 1858 г. и с 13 (1) мая по 7 ноября (26 октября) 1858 г. на транспорте «Аргельщик» под командованием капитан-лейтенанта Левицкого мичман Ф. Авелан был в плавании по Балтийскому морю. С 3 мая (21 апреля) по 2 июня (21 мая) 1860 г. на тендере «Копчик» под командой капитан-лейтенанта Д.И. Кудрявого был вахтенным начальником. 25 (13) мая 1860 г. Федора Карловича перевели в 11-й флотский экипаж. С 27 (15) октября 1860 г. по 13 (1) августа 1862 г. на клипере «Абрек» под командой капитана 2 ранга К.П. Пилкина, с 13 (1) августа по 29 (17) ноября 1862 г. на винтовой лодке «Морж» под командованием капитан-лейтенанта А.М. Линдена и с 29 (17) ноября 1862 г. по 26 (14) 1863 г. на корвете «Новик» под командой капитан-лейтенанта К.Г. Скрыплева он находился в заграничных плаваниях.

1 (13) января 1863 г. Ф. Авелана произвели в лейтенанты, тогда ему было 24 года. 20 (8) марта того же года его перевели в 5-й флотский экипаж. С 23 (11) октября 1863 г. по 4 ноября (23 октября) 1864 г. на клипере «Гайдамак» под

ЧЕТЫРНАДЦАТЫЙ МОРСКОЙ МИНИСТР ИМПЕРАТОРСКОГО ФЛОТА РОССИИ АДМИРАЛ Ф.К. АВЕЛАН

*С.П. Сирый, проф., капитан 1 ранга запаса,
председатель военно-исторической секции Дома ученых РАН,
председатель секции истории Российского флота и историограф СПб МС,
заслуженный работник высшей школы России,
контакт. тел. (812) 4319423*



командой капитан-лейтенанта А.А. Пещурова Федор Карлович также находился в заграничном плавании и по возвращении крейсировал в Балтийском море. 23 (11) декабря 1864 г. Федора перевели в 10-й флотский экипаж. В 1865–1868 гг. Ф. Авелан нес службу на 53-пушечном парусно-винтовом фрегате «Громобой» и корвете «Баян» и периодически крейсировал в Балтийском море. 26 (14) сентября 1868 г. Федор Карлович был назначен старшим офицером винтового клипера «Гайдамак» с утверждением его 11 октября (29 сентября) командиром 9-й роты.

13 (1) января 1869 г. он был всемилостивейше награжден орденом Св. Станислава 3-й степени. 15 (3) марта 1869 г. Федора Карловича перевели в 4-й флотский экипаж. С 17 (5) июня 1869 г. по 28 (16) апреля 1872 г. на винтовом клипере «Гайдамак» под командой капитан-лейтенанта М.Е. Колтовского лейтенант Ф.К. Авелан, исполняя обязанности старшего офицера, находился в кругосветном плавании. 13 (1) января 1872 г. Ф.К. Авелан был награжден орденом Св. Анны 3-й степени.

28 (16) апреля 1872 г. Федор Карлович произведен в капитан-лейтенанты, и, исполняя обязанности старшего офицера клипера «Гайдамак», продол-

жал кругосветное плавание, по возвращении из которого 18 (6) июня того же года крейсировал в Балтийском море. 10 июля (28 июня) его назначили старшим офицером на броненосный фрегат «Минин» и в этот же день перевели в 5-й флотский экипаж.

4 июля (22 июня) 1873 г. Федор Карлович был назначен старшим офицером на броненосный фрегат «Князь Пожарский» с переводом его в 1-й флотский экипаж. С 11 июля (29 июня) 1873 г. по 17 (5) сентября 1875 г. на броненосном фрегате «Князь Пожарский» под командой капитана 2 ранга В.Г. Басаргина в должности старшего офицера фрегата капитан-лейтенант Авелан находился в плавании по Балтийскому морю и за границей.

1 февраля (20 января) 1875 г. ему был пожалован королем Италии орден Св. Маврикия и Лазаря офицерского креста, на принятие и ношение которого было получено высочайшее разрешение. 10 января 1876 г. (29 декабря 1875 г.) Федор Карлович за 20 шестимесячных кампаний был награжден орденом Св. Владимира 4-й степени с бантом.

13 (1) января 1876 г. Ф. Авелану пожалован орден Св. Станислава 2-й степени. В 1877 г. с 22 (10) июля по 7 декабря (25 ноября) на фрегате «Князь Пожарский» под командой капитана 2 ранга В.Г. Басаргина, исполняя должность старшего офицера фрегата, находился в плавании по Балтийскому морю. В 1878 г. с 12 апреля (31 марта) по 22 (10) мая был в заграничном плавании на германском коммерческом пароходе «Цимбрия», следуя в Северные Соединенные Штаты Америки для службы на приобретенном там для России крейсере.

С 22 (10) мая 1878 г. по 9 мая (27 апреля) 1879 г., исполняя должность командира крейсера «Азия», он находился в заграничном плавании. 30 (18) ноября этого же года Федор Карлович был назначен его командиром. В 1879 г. с 9 мая (27 апреля) по 22 (10) сентября, командуя крейсером «Азия», Ф. Авелан находился во внутреннем плавании, а 30 (18) сентября 1879 г. его наградили орденом

Св. Анны 2-й степени. 8 сентября (27 августа) 1879 г. Федор Карлович датским королем награжден орденом Данеброга Командорского креста. 22 (10) сентября его назначают командиром клипера «Вестник», и с 5 сентября (24 августа) 1880 г. по 11 июля (29 июня) 1883 г. он находится в заграничном плавании.

За отличие по службе Федор Карлович 13 (1) января 1882 г. произведен в капитаны 2 ранга, а 12 февраля (31 января) 1883 г. гавайский король пожаловал ему орден Капиолани командорского креста.

10 июля (28 июня) 1883 г. Ф.К. Авелану объявлена высочайшая именная благодарность. 14 (2) апреля его назначают командиром бронепалубного корвета «Рында», а 30 (18) марта 1885 г. – командиром винтового фрегата «Светлана» с переводом в гвардейский экипаж. С 25 (13) апреля по 5 сентября (24 августа), командуя этим фрегатом, Федор Карлович находился во внутреннем плавании.

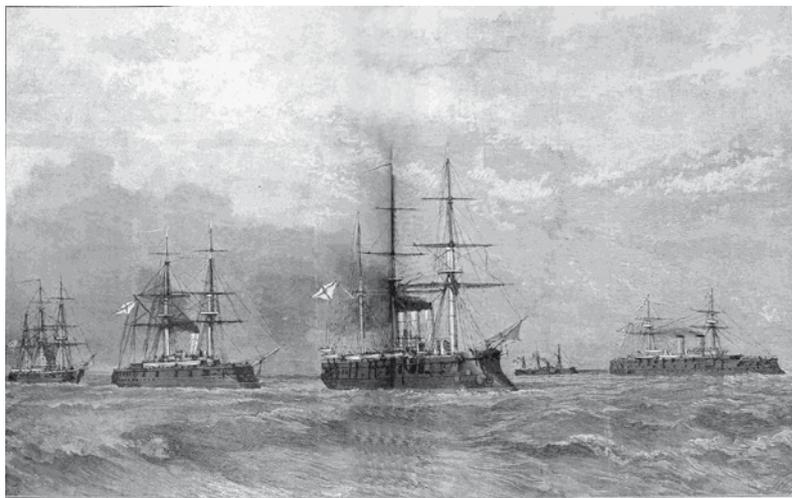
13 (1) января 1886 г. за отличия по службе он был произведен в капитаны 1 ранга с назначением командиром бронепалубного корвета «Рында» и с оставлением в гвардейском экипаже, а с 20 (8) мая 1886 г. по 6 июля (24 июня) 1889 г., командуя этим корветом, находился в заграничном плавании. В составе офицеров корвета были мичманы великий князь Александр Михайлович и граф М. А. Апраксин, лейтенанты князь М. С. Путятин и граф Н. М. Толстой.

4 ноября (23 октября) 1886 г. Федору Карловичу герцог Макленбург пожаловал Шверинский орден Грифа 2-й степени со звездой, а 25 (13 апреля) 1887 г. император Бразилии – орден Розы командорского креста со звездой, на принятие и ношение которого последовало высочайшее разрешение; 17 (5) апреля 1889 г. король эллинов пожаловал орден Спасителя командорского креста. 10 августа (29 июля) 1889 г. Ф. Авелану поручено командование гвардейским экипажем.

9 ноября (28 октября) 1889 г. приказом по гвардейскому корпусу за №68 Федор Карлович был назначен в Комиссию под председательством начальника 1-й гвардейской кавалерийской дивизии генерал-лейтенанта И.С. Эттера для избрания командиров в стипендиаты имени императора Александра III.

13 (1) января 1890 г. Ф. Авелан был награжден за заграничное плавание орденом Св. Владимира 3-й степени, а 13 (1) января назначен командиром 3-го флотского экипажа.

13 (1) января 1891 г. приказом по флоту №550 за отличия по службе Ф.К. Авелан произведен в контр-адмиралы, а 18 (6) мая 1891 г. назначен временно исполняющим должность начальника штаба Кронштадтского порта.



Русская эскадра перед Тулоном

9 октября (27 сентября) 1891 г. Ф. Авелану пожалован французский орден Почетного легиона командорского креста. 20 (8) октября Федор Карлович назначен начальником штаба Кронштадтского порта, а 13 (1) августа 1893 г. – командующим эскадрой в Средиземном море. Будучи на этой должности, Ф. Авелан внес определенный вклад в организацию подготовки специалистов для флота в военно-морских учебных заведениях Кронштадта.

С 21 (9) июля по 13 (1) августа 1893 г. младший флагман и с этого же числа по 4 октября (22 сентября) командуя эскадрой Средиземного моря Ф. Авелан совершил внутреннее и заграничное плавание на крейсере «Память Азова».

23 (11) сентября 1893 г. приказом по флоту №704 за произведенный государем 15 (3) сентября на копенгагенском рейде смотр отправляющемуся в Средиземное море крейсеру 1 ранга «Память Азова» Ф. Авелану объявлена высочайшая благодарность. С 23 (11) сентября 1893 г. по 3 мая (21 апреля) 1894 г. на эскадренном броненосце «Император Николай I», командуя Средиземноморской эскадрой, находился в заграничном плавании в Средиземном море.

Двумя годами ранее, в августе 1891 г. в Кронштадт совершила первый заход французская военная эскадра, в составе которой были новейшие броненосцы «Magengo» и «Magseau», командовал эскадрой контр-адмирал А. Жерве. Находясь в городе Кронштадте, французским морякам был оказан горячий прием как государственными властями, так и городской публикой. Именно с тех пор города Кронштадт и Тулон стали побратимами.

25 октября – 10 ноября (29 октября) 1893 г. уже российская эскадра под командованием контр-адмирала Ф.К. Авелана впервые пришла в Тулон с ответным визитом. В ее составе находились броненосец «Николай II», броненосец «Адмирал Нахимов», корветы «Рында», «Терец» и паровой броненосный крейсер

1 ранга «Память Азова». 17 (5) октября 1893 г. русские морские офицеры прибыли в 10 ч утра в Париж. Когда гости в экипажах ехали с вокзала, собравшаяся около него стотысячная публика приветствовала их восторженными возгласами: «Vive la Russie! Vive la France!» В день приезда русский посол барон А.П. Моренгейм представил Президенту Республики господину Сади-Карно контр-адмирала Ф. Авелана и с ним русских морских офицеров.

Президент Карно сказал: «Узы любви, которые соединяют Россию и Францию, укреплены два года тому назад трогательными манифестациями в Кронштадте, предметом которых был наш флот. Эти узлы с каждым днем становятся теснее, и честный обмен наших дружественных чувств должен вдохновить всех тех, которые принимают к сердцу благодеяния мира, доверия и спокойствия».

27 (15) октября перед самым отъездом из Тулона президент Карно получил из Гатчины телеграмму от императора Александра III следующего содержания: «В ту минуту, когда русская эскадра покидает Францию, мне приятно выразить Вам, как я тронут горячим и блестящим приемом, который мои моряки встречали повсюду на французской земле, и как за то признателен».

3 мая (21 апреля) 1894 г. контр-адмирал Ф. Авелан в заграничном плавании по Средиземному морю поднимал свой флаг поочередно на крейсере 1 ранга «Память Азова», эскадренном броненосце «Николай I» и канонерской лодке «Кубанец». 4 декабря (22 ноября) 1893 г. ему был пожалован французский орден Почетного легиона большого офицерского креста, на принятие и ношение которого последовало высочайшее разрешение, а 13 (1) января 1894 г. – орден Св. Станислава 1-й степени.

29 (17) января 1894 г. Федор Карлович циркуляром Главного морского штаба №6 зачислен в 12-й флотский экипаж ее величества королевы эллинов. 12 фев-

раля (31 января) 1894 г. королем эллинов Ф. Авелану пожалован орден Спасителя большого креста.

19 (7) ноября 1894 г. приказом по флоту за №2 Ф. Авелан назначен младшим флагманом 2-й флотской дивизии, а 28 (16) декабря 1894 г. циркуляром Главного морского штаба за №203 – в 10-й флотский экипаж.

7 января 1895 г. (26 декабря 1894 г.) Федору Карловичу пожалован турецкий орден Меджидие 1-й степен.

13 (1) января 1895 г. контр-адмирал Ф. Авелан высочайшим приказом за №11 был назначен помощником начальника Главного морского штаба. С 4 июня (21 мая) 1895 г. по 20 (8) сентября этого же года он исполнял его обязанности.

С 26 (14) ноября 1895 г. по 13 (1) декабря этого же года приказом управляющего Морским министерством вице-адмирала П.П. Тыртова контр-адмирал Ф. Авелан командирован в Либаву и Севастополь для инспектирования учебных сборов шкиперов и штурманов дальнего и каботажного плавания (состоящих в запасе флота по 64-й статье Устава о воинской повинности). Сборы проходили в Либаве на крейсере 2 ранга «Вестник» а в Севастополе – на крейсере 1 ранга «Память Меркурия».

20 (8) января 1896 г. Ф. Авелан приказом по Морскому ведомству №3 назначен членом конференции Николаевской морской академии, а 26 февраля 1896 г. ему пожалована серебряная медаль в память царствования императора Александра III.

В том же году Ф. Авелану пожаловали орден Св. Анны 1-й степени, Бухарским эмиром – орден Золотой Звезды 1-й степени с алмазами. 6 июля (26 июня) 1896 г. приказом по Морскому ведомству за №112 его назначают на кампанию командующим отрядом судов Балтийского моря (*отряд вновь построенных и вводимых в строй кораблей*). На время испытаний свой флаг Ф. Авелан поднял на эскадренном броненосце «Сысой Великий». По тому времени Ф. Авелан показал себя одним из наиболее опытных морских офицеров флота.

25 (13) июля 1896 г. Федор Карлович назначен исправляющим должность начальника Главного морского штаба, а 23 (11) августа 1896 г. император Николай II, посетив 19 (7) августа стоящий на Неве эскадренный броненосец «Сысой Великий» нашел его в должном порядке. В этом же году контр-адмиралу Ф.К. Авелану была пожалована медаль в память императора Николая I.

18 (6) декабря 1896 г. приказом по флоту №111 от 18 (6) декабря 1896 г. Ф. Авелан произведен в вице-адмиралы с утверждением в должности начальника Главного морского штаба. С 26 (14) января по 4 февраля (23 января) 1897 г. он нахо-

дился по делам службы в портах Черного моря. В том же году ему пожалована медаль за труды по первой всеобщей переписи населения России, 10 мая (28 апреля) австрийский император наградил его орденом Франца Иосифа большого креста.

С 19 (7) июня по 31 (19) июля 1897 г. на время отсутствия в Санкт-Петербурге управляющего Морским министерством с высочайшего соизволения Федор Карлович вступил в управление этим министерством. 26 (14) июня ему пожалован сиамским королем орден Сиамской короны 1-го класса, 20 (8) сентября германским императором – прусский орден Короны 1-го класса.

На время болезни управляющего Морским министерством вице-адмирала П.П. Тыртова Ф. Авелан с 20 (8) марта 1898 г. по 3 мая (21 апреля) 1898 г. и с 24 (12) июля по 21 (9) сентября этого же года вступил в управление министерством. В том же году он получил болгарский орден Св. Александра 1-й степени, затем знак отличия беспорочной службы за 40 лет, а 30 (18) января 1899 г. – румынский орден Звезды Большого Креста.

С 29 (17) июня 1899 г. по 15 (3) августа этого же года он управлял Морским министерством. 18 (6) декабря 1899 г. ему пожалован орден Св. Владимира 2-й степени; 27 (15) мая 1900 г. – японский орден Восходящего Солнца, 16 (4) октября 1900 г. – персидский орден Льва и Солнца 1-й степени.

В период с 15 (3) июля 1901 г. по 12 сентября (31 августа) этого же года вице-адмирал Ф. Авелан управлял Морским министерством; 4 августа (23 июля) ему был пожалован итальянский орден «За морские заслуги» большого креста.

В июле 1902 г. в Ревель ожидался визит германского императора Вильгельма II, которого Николай II собирался удивить выучкой своего флота. До этого в августе 1901 г. император присутствовал на маневрах германского флота, в которых участвовали все находившиеся в строю линейные силы – девять эскадренных броненосцев и четыре броненосца береговой обороны.

Вильгельм II прибыл в Ревель 4 августа (23 июля) на яхте «Гогенцоллерн» в сопровождении крейсеров «Принц Генрих», «Ниобе» и миноносцев. Встреченный Николаем II на яхте «Штандарт» у о. Нарген, германский император под грохот салюта обошел внушительный строй русских кораблей на Ревельском рейде. Только учебный артиллерийский отряд насчитывал семь броненосцев, два броненосных крейсера, минный крейсер и четыре миноносца, на борту которых находилось 4700 офицеров и матросов. Кроме отряда в смотре участвовали яхты, крейсер «Светлана» и новые броненосцы «Победа» и «Ретвизан», превосходившие размерами и калибром главной ар-

тиллерии любой броненосец германского флота. По предложению командующего учебным артиллерийским отрядом контр-адмирала З.П. Рожественского оба монарха наблюдали за ходом маневров с крейсера «Минин». Николая II сопровождали генерал-адмирал Алексей Александрович, адмирал П.П. Тыртов, вице-адмирал Ф.К. Авелан, С.О. Макаров, О.К. Кремер, Н.Н. Ломан и А.А. Вирениус. В свите Вильгельма выделялись адмиралы принц Генрих Прусский, в будущем противник русских на Балтике, и морской министр А. фон Тирпиц, создатель германского «флота открытого моря».

В первый день маневров с кораблей отряда была проведена контргалсовая вспомогательная стрельба по щитам, буксируемым миноносцами и отражение ночной минной «атаки» судов, стоящих на якоре. Утром следующего дня учебный артиллерийский отряд (два отделения броненосных кораблей и отделение миноносцев) продемонстрировал двустороннее маневрирование со стрельбой из строев кильватера и фронта по плавучим и береговым щитам на острове Карлос. Корабли первого отделения – «Минин», «Память Азова», «Адмирал Сенявин», «Адмирал Ушаков» и «Император Александр II» – поражали цели с дистанции 15–23 кбт. Завершились маневры высадкой десанта, ночной контргалсовой стрельбой и смотром кораблей обоими монархами.

В приказе по Морскому ведомству Николай II отметил «образцовый порядок, полное знание чинами своих обязанностей и обратил особое внимание на отличную меткость стрельбы из орудий». Император Вильгельм II также не поспешил на похвалу флота своего дальнего родственника. Контр-адмирал З.П. Рожественский в глазах Николая II вырос на целую голову, что вскоре обеспечило ему завидное повышение по службе.

В 1903 г. скончался управляющий министерством адмирал П.П. Тыртов. На его место был назначен вице-адмирал Ф.К. Авелан (ему было тогда уже 64 года), а контр-адмирала З.П. Рожественского назначили исполняющим должность начальника Главного морского штаба.

7 августа (26 июля) 1902 г. приказом по флоту за №419 Ф. Авелану объявлена благодарность за произведенный в присутствии германского императора смотр на Ревельском рейде. 24 (12) августа ему пожалован прусский орден Красного Орла, 23 (11) октября 1902 г. – итальянский орден Св. Маврикия и Лазаря 1-й степени, 4 ноября (23 октября) – шведский орден Меча 1-й степени, а 18 (6) декабря 1902 г. – орден Белого Орла.

Президент императорской Академии наук рескриптом от 3 февраля (22 января) 1903 г. уведомил Ф. Авелана о предоставлении права «ношения нагрудно-

го знака в память окончания градусного измерения на островах Шпицбергена за то просвещенное содействие, которое Вы оказывали работам комиссии».

По поводу строительства броненосца «Цесаревич» 21 (9) июня управляющего Балтийским заводом К.К. Ратника пригласили на заседание Морского технического комитета (МТК), где поставили перед фактом: комитет отдал предпочтение не отечественным проектам и даже не проекту американского промышленника Крампа, а поступившему 7 июня (26 мая) и одобренному, правда с изменениями, уже 14 (2) июня предложению французского кораблестроителя Амбаля Лагана, директора фирмы «Форж э Шантье де ля Медитерране» из города Ла Сейн, что находится вблизи Тулона. Скорее всего, причина столь спешного одобрения крылась в желании генерал-адмирала, великого князя Алексея Александровича строить новый броненосец именно на этой фирме.

2 (10) марта 1903 г. приказом по флоту за №463 Федор Карлович был назначен управляющим Морским министерством, уже 7 апреля (26 марта) он распорядился выдать наряды на строительство двух эскадренных броненосцев для Черного моря типа «Князь Потемкин Таврический» без изменений с артиллерийским вооружением. Выбранный прототип признавался годным для Черного моря – он обеспечивал сильный по носовым курсовым углам огонь, что отвечало специфической задаче черноморских броненосцев (борьба с укреплениями Босфора) и в то же время удовлетворяло «высочайшему указанию о возможности их плавания в океане». Постройка головного поручалась Лазаревскому адмиралтейству Севастопольского порта, второго – Николаевскому адмиралтейству.

18 (6) апреля 1903 г. приказом по флоту за №468 Ф. Авелан был назначен генерал-адъютантом к его императорскому величеству.

Надвигающиеся на Дальнем Востоке грозные события заставили МТК обратить внимание не только на строительство новых, но и на ремонт и модернизацию старых кораблей. 11 мая (29 апреля) 1903 г. управляющему Морским министерством Ф.К. Авелану был направлен доклад о том, что входящие в состав учебно-артиллерийского отряда корабли «Император Александр II», «Наварин» и «Память Азова» вооружены не скорострельной артиллерией среднего калибра, имеющей к тому же значительный износ стволов, и в связи с этим следовало «теперь же озаботиться» изготовлением орудий для этих кораблей; причем 305-мм орудия с их установками оставить без замены, 229-мм (на «Императоре Александре II») и 203-мм (на «Памяти Азова») заменить 203-мм с длиной ствола 45 калибров, а все 152-мм картуз-

ные – орудиями Канэ того же калибра. Ф.К. Авелан одобрил это предложение.

В начале октября 1903 г. вице-адмирал Ф.К. Авелан был обескуражен донесением главного командира Черноморского флота и портов Черного моря вице-адмирала Н.И. Скрыдлова, который отдал приказание начальнику Севастопольского порта вести работы на только что начавшем строиться эскадренном броненосце «Иоанн Златоуст» такими темпами, чтобы осуществить спуск его на воду осенью следующего 1904 г. по случаю празднования 50-летия Севастопольской обороны 1854–1855 гг. К счастью, в Морском ведомстве нашлись здравомыслящие люди и не поддержали такую инициативу. Ее реализация не только поглотила бы двухлетний кредит, выделенный на стальные работы, но и негативно отразилась бы на их качестве. Да и сам Федор Карлович, зная российскую исполнительность, заметил, что «будет весьма прискорбно, если все жертвы и усиленный труд не достигнут своей цели и броненосец останется на стапеле» к началу предстоящих торжеств.

Министр финансов граф С.Ю. Витте на 1904 г. на постройку военных кораблей выделил только 12 млн. руб. Отпущенные средства в первую очередь предназначались для строительства четырех эскадренных броненосцев – по две единицы для Балтийского и Черного морей. Все четыре строящихся корабля и намеченный к перевооружению броненосец «Чесма» в Морском министерстве решили вооружить однотипными 305-мм башенными установками (длина орудий – 40 калибров), изготовленными по проекту Металлического завода. Именно это предприятие на проведенном 19 (7) сентября 1904 г. конкурсе, в котором участвовали Общество Путиловских заводов, Общество судостроительных, механических и литейных заводов в Николаеве и завод Лесснера, представило документацию, всецело удовлетворившую предъявленным требованиям при наименьшей заявленной стоимости. Однако вскоре, по опыту русско-японской войны и вследствие значительной стоимости, перевооружение эскадренного броненосца «Чесма» признали нецелесообразным.

1 ноября (20 октября) 1903 г. высочайшим приказом по флоту за №506 Федор Карлович был назначен почетным членом конференции Николаевской морской академии с оставлением в занимаемой должности и звании, 29 (17) апреля 1905 г. произведен в адмиралы с оставлением в должности.

27 (14) июня 1905 г. на броненосце «Потемкин» Черноморского флота стихийно вспыхнуло восстание. Поводом послужила попытка командования корабля расправиться с командой, отказавшейся

от обеда, приготовленного из протухшего мяса. В ответ на репрессии матросы убили наиболее ненавистных офицеров, остальных арестовали. В Морском министерстве узнали о «Потемкине» 28 (15) июня в 13 ч. Адмирал Ф. К. Авелан немедленно вышел с докладом к императору Николаю II. На докладе царь наложил следующую резолюцию: «Где находится главный командир? Уверен, что ему удастся справиться с бунтом и жестоко наказать возмущившуюся команду». Вечером Николай II направил телеграмму командующему Одесским военным округом с требованием «принять немедленно самые жестокие и решительные меры к подавлению восстания как на «Потемкине», так и среди населения порта».

Управляющий Морским министерством адмирал Ф. Авелан направил срочную телеграмму старшему флагману Черноморской флотской дивизии вице-адмиралу А.Х. Кригеру: «Следуйте немедленно со всей эскадрой и минными судами в Одессу. Предложите команде «Потемкина» покориться, если получите отказ, то немедленно потопите броненосец двумя минами с миноносцев, которые приготовить раньше, дабы не дать возможности «Потемкину» успеть открыть огонь по городу и судам. Спасаящуюся команду «Потемкина», если будет сопротивляться, расстрелять...».

«Потемкин» и миноносец №267, подержавший его, ушли в Констанцу (Румыния), где 8 июля (25 июня) матросы сдали корабли румынским властям, а себя объявили политическими эмигрантами. Броненосец «Потемкин» был возвращен румынскими властями русскому правительству.

11 июля (29 июня) 1905 г. после реорганизации высших органов военно-морского управления по окончании русско-японской войны адмирал Ф.К. Авелан, оказавшийся в числе тех, кому общественность предъявила обвинения в военном поражении, согласно его прошению был уволен от должности управляющего Морским министерством с оставлением звания генерал-адъютанта. Впрочем, заняв эту должность лишь в 1903 г., он мало влиял на действия флота во время войны.

18 (6) июня 1907 г. в связи с 50-летием нахождения в офицерском чине Федора Карловича Авелана наградили орденом Александра Невского.

Ф.К. Авелан был женат на дочери капитана 1 ранга Эриксона Одалинде Адольфовне Эриксон. У них было трое дочерей: Ольга, Надежда и Мария.

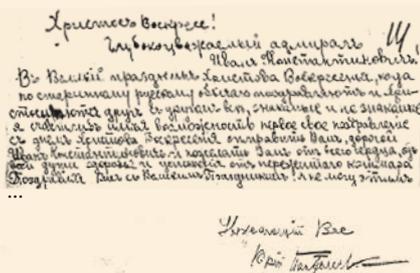
Умер Ф.К. Авелан 29 (17) ноября 1916 г. в Петрограде. Похоронен там же на Смоленском лютеранском кладбище.

Ф.К. Авелан провел на палубе кораблей (в том числе и на мостике) 5806 дней, но за два года управления Морским ведомством мало что сделал для флота. ■

Имена последнего морского министра императорского флота России адмирала И.К. Григоровича и адмирала Ю.А. Пантелеева, представлявшего уже советский флот, хорошо известны читателям, интересующимся историей отечественного флота и судостроения. Публиковал статьи о И.К. Григоровиче и наш журнал.

Тем не менее каждый новый эпизод из их жизни добавляет новые штрихи к портретам этих людей.

Ниже мы приводим несколько писем, которые сравнительно недавно были найдены в РГАВМФ внучкой Григоровича Ольдой Петровой, которые расширяют наши представления об ушедшей эпохе и судьбах этих двух морских офицеров!



Христос Воскресе! Глубокоуважаемый адмирал Иван Константинович!

В Великий праздник Христова Воскресения, когда по старинному русскому обычаю поздравляют и христосуются друг с другом все знакомые и незнакомые, я счастлив, имея возможность свое первое поздравление с днем Христова Воскресения отправить Вам, дорогой Иван Константинович и пожелать Вам от всего сердца, от всей души здоровья и успокоения от пережитого кошмара.

Поздравляя Вас с великим праздником, я не могу этим ограничиться и спешу выразить Вам свое искреннее глубокое сожаление и невыразимую грусть по поводу оставления Вами поста морского министра и подать в отставку. Может быть, некрасиво говорить все нижеследующее, но мне так хочется выразить Вам мое горе и показать, что есть люди, о которых вы никогда не слышали, а они знали Вас, любили и ценили. О, еще как!

Ввиду сложившихся обстоятельств жизни моих родителей я имел возможность все личное время проводить на море, плавая на яхтах в Финском З. <заливе> и Балтийском море <до войны>. Во время пребывания моего в Ревеле (б. Порту), Гельсингфорсе и Либаве, я имел возможность хорошо ознакомиться с нашим флотом, с его составом и жизнью. Побывав очень на многих судах, я окончательно решил готовить себя к военно-морской службе. Препятствий к этому нигде не встречалось, и я шел верной дорогой к намеченной цели, внима-

СВЯЗЬ ВРЕМЕН: ИЗ ПЕРЕПИСКИ АДМИРАЛОВ Ю.А. ПАНТЕЛЕЕВА И И.К. ГРИГОРОВИЧА

О.В. Петрова,
контакт. тел. (812) 230 2885



Адмирал И.К. Григорович

тельно следя за всеми успехами нашего флота, которому я собирался посвятить всю свою жизнь, следил за его ростом в мирное и за его действиями в военное время. С первых же шагов ознакомления с флотом увидел и понял, что все его судьбы – в Ваших руках и, видя, как ревностно заботились Вы о его росте и величии, я проникся глубочайшей к Вам преданности и глубоким уважением. Скажу больше – я видел в Вашем лице всю блестящую будущность и величие нашего флота. Твердо веря, что Вы возродите России флот, могущественный, достойный нашей Родины, я молился за Вас и просил Господа Бога о том, чтобы он не оставил Вас своими милостями...

Вы были в моих глазах «рыцарем чести без страха и упрека». Это не было слепое восхищение. Нет! Я сознательно относился ко всей Вашей деятельности, которую, конечно, не мне оценивать. Вашу работу на пользу флота оценит законный Вождь земли русской б. Государь Император, который своим Высочайшим к Вам рескриптом от 5 октября 1916 года лишний раз подчеркнул, как велики Ваши заслуги перед родиной. Добрым словом помянет Вас история. Я уже не забуду многое. Например, извест-

но мне, что ведь Вы доказали Государственной Думе всю необходимость и целесообразность постройки флота на отечественных заводах, так как это приносило пользу нашей промышленности. Всю ответственность Вы взяли на себя и выжили, как всегда, с честью, дав нашему флоту отечественной постройки такие колоссы, как «Гангут» и «Наварин». Я был на спуске «Бородина», видел остальные три дредноута, тогда еще не спущенные, расспрашивал об их качествах военных инженеров и слышал от всех самые наилучшие отзывы и восхищение, что все эти суда построены в России...

Выступая последний раз в Государственной Думе, Вы сказали: «Война будет доведена до победы», и эти нужные слова были встречены достойным образом. Их было радостно слышать от главы нашего флота, который мог спокойно там, в море, защищать нашу Родину и честь своего флага, имея в тылу своем такого заботливого и великого человека. Человек заставивший «я хочу видеть Россию счастливой» (сказали это Вы), делает для флота все от себя зависящее, ибо без флота о счастье говорить преждевременно. ...И Вы делали все... Все для блага флота и Родины. Я твердо вторил, что не прошло бы и десяти лет, как у нас был бы могучий, сильный флот достойный нашей Родины, созданный Вашим трудом и предназначенный для действии не только пассивных, но и агрессивных. Но сейчас, когда потрясающие события (речь идет об Октябре 1917 г. – Прим. ред.) перевернули с корнем все, когда осиротели многие семьи России, как осиротела она и сама, осиротел наш флот... Он потерял свою главу, свою силу и мощь и мечется теперь в предсмертной агонии – не стало у власти Вас, глубокоуважаемый адмирал... Вы ушли и, уходя, лишний раз указали, что для Вас интересы флота прежде всего... Вы спасли от разгрома здание Адмиралтейства. Вы ушли, и из нанесенной этим флоту глубокой смертельной раны полилась рекою кровь, в которой тонет все величие, честь Андреевского флага! Не одна слеза скатилась у меня при признании этой тяжелой истины... Одним грубым ударом разбиты все мои мечты, а быть может, и моя будущность... Кому буду служить я

теперь? Государь Император сошел со сцены, любимый мой начальник адмирал Григорович ушел, а многие его славы сподвижники или предательски убиты, или отстранены... Остались Родина и море... Бедные сироты.

Прочитав эти строки, Вы скоро забудете об их авторе и хорошо сделаете, не надо помнить, не надо, но всегда знайте, что в России есть юноша, который не забудет Вас никогда и воздаст должное вашим заслугам. Я не имею никакой возможности ничем Вас отблагодарить, кроме как сказать свое Вам искреннее спасибо. Большое Вам спасибо, дорогой Иван Константинович, за все, что сделали Вы для флота и Родины. Заслуги Ваши неоценимы. Большое искреннее спасибо! Быть может, Вам смешна моя благодарность, – возможно; но лишь теперь будет гораздо легче перед самим собой...

Уважающий Вас Юра Пантелеев, ученик одной из гимназий, сын артиста Императорского Александрийского театра, Ивановская 6, кв. 15

P.S. Долго не решался посылать это письмо, но решился, наконец, последний раз, подчеркнув, что писал я это искренне от души.

Пасха, 1917 г.*

Вот Вам письмо!
Дорогой и хороший юноша!
Сердечное Вам спасибо за Ваше душевное письмо. Вы действительно любите море и флот. Не забывайте слова Григоровича: «Морской флот – это наша жизнь». Пусть же Ваша любовь к флоту и к Родине будет источником Вашей силы и энергии.

Воистину воскресе!

Дорогой и хороший юноша!

Сердечное Вам спасибо за Ваше душевное письмо. Будем надеяться, что Господь не оставит своим покровительством наш дорогой флот и мои заботы, старания выведут его на путь славы к защите дорогой Родины. Сердечно Вас обнимаю, И. Григорович».**

Глубокоуважаемый Иван Константинович!

Узнав совершенно случайно от наших общих знакомых, что Вы живы и здоровы и живете в Петрограде, я считаю для себя приятным долгом выразить Вам,

глубокоуважаемый Иван Константинович, свою самую горячую и искреннюю по сему случаю радость. Хотел зайти к Вам лично, навестить Вас, но, говоря откровенно, просто постеснялся, тем более что до сих пор я не имел удовольствия быть Вам представленным...

Я – тот самый, теперь уже бывший гимназист, который наивным образом, но искренним, с выраженным разностороннего сочувствия обратился к Вам письмом на Пасхе 1917 г., т.е. в самые первые дни революции... Вы были так добры и любезны, что ответили мне, чем доставили огромную радость. Письмо это у меня хранится до сих пор. С тех пор прошло четыре года, кошмарных, тяжелых, положивших на всех нас отпеча-

В марте 1918 г. Юрий Пантелеев, которому шел 18-й год, был зачислен добровольцем в команду военных моряков, охранявшую учреждения РККФ в Петрограде. В ноябре 1918 г. назначен командиром 1-го морского отряда всеобща, который с августа 1919 г.



Адмирал Ю.А. Пантелеев

нес сторожевую службу в устье Невы на линии Лахта–дамба Морского канала. В марте 1921 г. участвовал в ликвидации Кронштадтского мятежа. В мае 1922 г. получил назначение младшим штурманом линейного корабля «Марат». С декабря 1923 г. по февраль 1925 г. он – слушатель Высших специальных курсов командного состава РККФ. С февраля по июль 1925 г. – штурман подводной лодки «Политрук» Морских сил Черного моря. С июля 1925 г. по апрель 1926 г. – старший помощник командира эсминца «Шаумян». С апреля 1926 г. по декабрь 1928 г. – старший штурман крейсера «Червона Украина». С декабря 1928 г. по октябрь 1930 г. – помощник начальника отдела боевой подготовки штаба Морских сил Черного моря. С октября 1930 г. по апрель 1933 г. – слушатель военно-морского факультета Военно-морской академии им К.Е. Ворошилова. С апреля по июнь 1933 г. – помощник начальника сектора управления боевой подготовки Морских сил РККА. В июне 1933 г. назначен начальником 1-го сектора (оперативной и боевой подготовки) штаба Северной военной флотилии, где с 25 сентября по 21 марта 1934 г. исполнял обязанности начальника штаба флотилии. С апреля 1935 г. по ноябрь 1936 г. Ю.А. Пантелеев – командир 1-й бригады подводных лодок Черноморского флота. С ноября 1936 г. по август 1938 г. – ко-

ток десятка лет, а не каких-нибудь чепух. ... Если пережитое убило во мне юношескую наивность и задор, то все-таки осталось сознательное, почти святое уважение и преклонение перед своими прошлыми чистыми идеалами, ради которых хотелось жить и учиться. А ведь все они – эти юношеские мечты – олицетворялись Вами...

Преданный Вам и уважающий Вас Юрий Александрович Пантелеев, помощник капитана тр. «Лауристон»

22 декабря 1921 г.

Петроград, Моховая ул., д. 41 кв. 35***

18 декабря 2010 г. на судостроительном заводе «Янтарь» в Калининграде был заложен фрегат «Адмирал Григорович». ■

мандир 2-й бригады подводных лодок, с августа 1938 г. по октябрь 1939 г. – член, а затем заместитель председателя Постоянной приемной комиссии Наркомата ВМФ.

В октябре 1939 г. капитан 1 ранга Ю.А. Пантелеев был назначен начальником штаба Краснознаменного Балтийского флота. Участник Советско-Финляндской войны 1939–1940 гг. 4 октября уже контр-адмирал Ю.А. Пантелеев вступил в командование ЛенВМБ. Именно он организовал переброску нескольких дивизий 8-й армии с Ораниенбаумского плацдарма в Ленинград, участвовал в разработке планов морской обороны города. С апреля 1942 г. по май 1943 г. он – помощник начальника ГМШ ВМФ, с мая 1943 г. по декабрь 1943 г. – командующий Волжской военной флотилией. С декабря 1943 г. по июль 1944 г. – помощник начальника Главного штаба ВМФ.

29 января 1944 г. Ю.А. Пантелееву присвоено звание вице-адмирала. С июля 1944 г. по март 1945 г. он командует Беломорской военной флотилией Северного флота, с марта 1945 г. по июль 1946 г. – Беломорским морским оборонительным районом Северного флота. С июля 1946 г. по апрель 1947 г. – начальник управления боевой подготовки Главного штаба ВМС. С апреля по июль 1947 г. заместитель начальника Главного штаба ВМС. С июля 1947 г. по апрель 1948 г. – начальник оперативного управления Главного штаба ВМС. С апреля 1948 г. по август 1951 г. начальник Военно-морской академии имени К.Е. Ворошилова. С августа 1951 г. по апрель 1953 г. – командующий 5-м ВМФ. С апреля 1953 г. по январь 1956 г. – командующий Тихоокеанским флотом. 3 августа 1953 г. присвоено звание «адмирал». С января 1956 г. по ноябрь 1960 г. – начальник Военно-морской академии кораблестроения и вооружения им. А.Н. Крылова, а после объединения двух учебных заведений в единую Военно-морскую академию возглавлял ее до января 1967 г. С января по апрель 1967 г. – в распоряжении Главного командующего ВМФ, а затем до марта 1968 г. – профессор-консультант Ученого совета академии. С марта 1968 г. в отставке.

Скончался 5 мая 1983 г. в Ленинграде. Похоронен на Серафимовском кладбище.

Награды: орден Ленина (1945), четыре ордена Красного Знамени (1922, 1944, 1944, 1948), ордена Нахимова I ст. (1945), Отечественной войны I ст. (1944), три ордена Красной Звезды (1940, 1944, 1981), медали, именное оружие (1933, 1952), английский орден Бани III ст. (1945).

24 мая 1987 г. имя Ю.А. Пантелеева присвоено большому противолодочному кораблю пр. 1155, который с 1992 г. числился в составе Тихоокеанского флота.

* РГАВМФ. Ф.701/50, л. 14, 15 и 15об.

** РГАВМФ. Р-2225/306, л.2, 2об. и 4.

*** РГАВМФ. Ф. 701/50. Л. 12,13 и 13об.

Автор представляет статью в электронном виде объемом до 20 000 знаков с распечаткой (1 экз.). Текст набирается в редакторе MS Word под Windows. Иллюстрации, помещенные в статью, должны быть представлены дополнительно в форматах: TIFF CMYK (полноцветные), TIFF GRAYSCALE (полутоновые), TIFF BITMAP (штриховые), EPS, JPEG, с разрешением 300 dpi для полутоновых, 600 dpi для штриховых и в размерах, желательных для размещения.

Статья должна содержать реферат объемом до 500 знаков, ключевые слова и библиографо-библиотечный индекс УДК. Автор указывает ученую степень, ученое звание, место работы, должность и контактный телефон, а также дает в письменной форме разрешение редакции журнала на размещение статьи в Интернете и Научной электронной библиотеке после публикации в журнале.

Статьи соискателей и аспирантов принимаются к публикации на бесплатной и безвозмездной основе. Рецензирование этих статей осуществляет редакционная коллегия с привлечением при необходимости профильных специалистов. В случае отказа в публикации автору высылается рецензия.

Содержание журнала ежеквартально представляется на рассмотрение редакционному совету. Решение о выпуске очередного номера оформляется протоколом.

РЕФЕРАТЫ

УДК 658.012:629.12.015 **Ключевые слова:** информационная технология, рабочий проект, САПР «TRIBON».

Внедрение и развитие информационных технологий на ОАО «Адмиралтейские верфи» // Морской вестник. 2011. №4. С. 7.

Знакомит с опытом работы верфей по использованию информационных технологий в целях инновационного развития. ОАО «Адмиралтейские верфи» может стать базовым предприятием для отработки современных инновационных систем логистической поддержки морской техники. Ил. 7.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** Е.И. Юхнин, инженер-кораблестроитель, биография.

А.Л. Ивченко. Повелитель «Молний». К 100-летию со дня рождения Е.И. Юхнина // Морской вестник. 2011. №4. С. 11.

Статья посвящена 100-летию со дня рождения выдающегося инженера-кораблестроителя Е.И. Юхнина, долгие годы возглавлявшего ЦМКБ «Алмаз». Она знакомит с его жизненным путем, вкладом в развитие ВМФ. Под его руководством в ЦМКБ «Алмаз» был спроектирован ряд катеров с ракетным оружием, в том числе РК «Молния», «Овод», «Ураган» и др. Ил. 8.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** СПК «Тайфун», постройка, характеристики.

Л.Г. Грабовец, И.Я. Баскаков. История создания отечественного пассажирского судна на подводных крыльях «Тайфун» // Морской вестник. 2011. №4. С. 15.

Знакомит с опытом проектирования и постройки СПК «Тайфун», его создателями. Приведены основные характеристики судна. Ил. 3. Библиогр. 2.

УДК 629.12 **Ключевые слова:** авианосец, ЛАК, габариты полетной палубы, ангар.

Д.В. Курочкин. Общие принципы определения габаритов полетных палуб и ангаров современных авианосцев // Морской вестник. 2011. №4. С. 20.

Приведена схема расчета габаритов полетной палубы и ангара авианосца, дан ряд рекомендаций и статистических зависимостей, пригодных для выработки конкретных проектно-конструкторских решений и анализа тенденций развития авианосцев на ранних стадиях проектирования. Ил. 8. Библиогр. 7.

УДК 181:061.2:629.561.5 **Ключевые слова:** антикоррозионная защита, ледовые танкеры, буровые платформы, ледоколы, условия Арктики.

А.Г. Филимонов. «Мюльхан Морфлот»: морские арктические проекты России // Морской вестник. 2011. №4. С. 24.

Обзор работ компании по оказанию услуг в области антикоррозионной защиты на рынке судостроения и судоремонта (защита корпусов ледоколов, ледовых танкеров, буровых платформ, судовснабженцев, научно-исследовательских судов для работы в условиях Арктики). Ил. 7.

УДК 001.891.573 **Ключевые слова:** кран грузоподъемный, момент грузовой, система изменения вылета, линейное перемещение, сила, динамический процесс.

А.А. Арутюнян, Д.В. Суслов, В.Д. Завирухо, А.А. Георгиев. Расчетная математическая модель механизма изменения вылета стреловых кранов с активными уравновешивающими устройствами в виде механизмов с жесткими звеньями // Морской вестник. 2011. №4. С. 27.

Рассмотрена математическая модель для анализа системы изменения вылета стреловых грузоподъемных кранов с активным уравновешиванием. Ил. 1. Библиогр. 3.

УДК 629.5.024.004.5 **Ключевые слова:** техническая готовность, условия базирования, энергетическая установка (ЭУ), комплексные показатели надежности.

В.В. Барановский, В.А. Шутько. Оценка технической готовности энергетических установок кораблей для различных условий базирования // Морской вестник. 2011. №4. С. 30.

Акцентировано внимание на один аспект – готовность (работоспособность) основного оборудования ЭУ. С позиций указанного аспекта можно найти один или несколько показателей, которые количественно определяют бы уровень технической готовности ЭУ с точки зрения ее работоспособности, т.е. готовности или неготовности выполнять свое функциональное предназначение. Ил. 2. Библиогр. 6.

УДК 629.5.083.5 **Ключевые слова:** корабельное оборудование, ремонтпригодность, обеспеченность, новый подход.

Г.Н. Муру, А.А. Соболевский, В.А. Стародубов. Подход к расчету обеспеченности ремонтпригодности корабельного оборудования // Морской вестник. 2011. №4. С. 33.

Предложен подход, позволяющий систематизировать и декомпозировать свойства ремонтпригодности, которые могут быть подвергнуты количественной или качественной оценке. В результате появляется возможность сформулировать задачу управления ремонтпригодностью, заключающуюся в выборе состава ее свойств, которые обеспечивают минимальные значения показателя времени, трудоемкости и стоимости выполнения операций восстановления работоспособного состояния корабельного оборудования. Табл. 1. Ил. 4. Библиогр. 8.

УДК 621.372.3 **Ключевые слова:** электро-монтаж, морской объект.

Судовой электромонтаж: верность традициям // Морской вестник. 2011. №4. С. 39.

Знакомит с опытом выполнения электромонтажных работ на морских объектах, а также с подготовкой требуемых специалистов. Ил. 2.

УДК 623.746.07-519 **Ключевые слова:** радиоэлектронное вооружение кораблей, управление ракетным оружием.

Г.А. Коржавин, Ю.Ф. Подоплекин, С.Н. Шаров. ОАО «Концерн «Гранит-Электрон» на службе ВМФ // Морской вестник. 2011. №4. С. 41.

Обозначены основные вехи 90-летней истории предприятия и его работы для ВМФ. Показаны направления деятельности предприятия в настоящее время по радиоэлектронному вооружению кораблей, а также по созданию корабельных систем управления ракетным противокорабельным и противолодочным оружием. Ил. 3. Библиогр. 5.

УДК 629.12.06 **Ключевые слова:** координированное взаимодействие, МУРС, буксируемый

трал, маневрирование судна, ваер, рыбный косяк, АСУ ТП РПС.

В.В. Антипов, В.Ю. Бобрович, В.К. Болховитинов, А.А. Болосов. Математическое обеспечение и аппаратная реализация задач управления комплексом «рыбопромысловое судно–орудия лова» // Морской вестник. 2011. №4. С. 45.

Предложена концепция построения АСУ ТП судов рыбопромыслового флота при ведении добычи рыбы с активными орудиями лова – рыбопромысловыми тралами. Рассмотрены особенности управляемого движения комплекса «рыбопромысловое судно–орудия лова». Приведены отдельные результаты исследований по управлению курсом комплекса. Ил. 4. Библиогр. 8.

УДК 629.12:681.518 **Ключевые слова:** технические средства, исходные данные, формат, алгоритм, автоматизация.

Р.И. Евсеев, П.А. Трубицын. Вопросы подготовки исходных данных для SCADA систем управления техническими средствами кораблей и судов // Морской вестник. 2011. №4. С. 51.

Рассмотрены проблемы автоматизированного ввода исходных данных (ИД) крупных проектов. Определены организационные принципы оформления ИД для возможности автоматизированного ввода ИД в программное обеспечение (ПО) систем SCADA. Для обеспечения единого представления ИД предложено использовать в качестве обозначений идентификаторов коды на базе номеров таблиц и порядковых номеров технических заданий. Рекомендована вертикальная запись алгоритмов. Описан опыт использования такого подхода. Приведены примеры автоматической генерации фрагментов кода ПО на базе запросов SQL. Табл. 4. Ил. 3. Библиогр. 2.

УДК 658.531:629.54 **Ключевые слова:** Речная информационная служба, ВВП Украины, цели, перспективы.

И.А. Горобец. Перспективные направления создания и развития речных информационных служб на ВВП Украины // Морской вестник. 2011. №4. С. 55.

Для открытия ВВП Украины для иностранных судов организуется Речная информационная служба, окоторая должна снабжать суда сведениями о береговой линии (уровень воды, волнорезы, дамбы и пр.), о границах форватера, об опасных местах, о мостах, проводах воздушных линий и т.п., буях, бакенах, огнях, знаках, об осевых линиях водных путей с отметками и пр. Табл. 1. Ил. 4.

УДК 061.2(100):629.505.4(083.74) **Ключевые слова:** информационное расстояние, системный анализ, поток информации, охранная пожарная сигнализация, распознавание образов, автоматизация контроля пожарной опасности.

А.В. Третьяков, В.А. Колесник, В.Н. Круглиевский. Информационное обеспечение корабельных систем пожарной сигнализации и автоматического включения средств пожаротушения // Морской вестник. 2011. №4. С. 61.

Рассматриваются принципы построения, комплектации и управления комплексных систем

пожарной безопасности корабля. Проанализированы подходы к формированию информационных потоков в системе управления бортовой с пожаром на основе методов системного анализа, позволяющие повысить ее эффективность. Ил. 2. Библиогр. 9.

УДК 519.876 **Ключевые слова:** корабль, подводная лодка, пожар, событийно-логический подход, логико-вероятностный метод, происшествие, математическая модель, схема функциональной целостности, системная вероятностная характеристика, вероятностная характеристика иницирующего события аварии.

Н.Я. Щербина. О математическом моделировании аварийных происшествий // Морской вестник. 2011. №4. С. 65.

Рассмотрены возможности использования событийно-логического подхода и логико-вероятностных методов для математического моделирования происшествий на корабле, определения вероятностных характеристик исходных событий аварии, получения системных вероятностных характеристик, значимостей и вкладов отдельных иницирующих событий аварии в происшествие в целях предупреждения аварийности. Табл. 1. Ил. 3. Библиогр. 5.

УДК 656.6.08 **Ключевые слова:** безопасность судопотока, алгоритм разработки путей движения судов, системно-деятельностный подход, проектная документация.

С.Б. Курсин, А.А. Лобанов. Методические аспекты проектных работ по обеспечению навигационной безопасности плавания судов в современных условиях // Морской вестник. 2011. №4. С. 71.

Обозначены актуальные проблемы, возникающие при разработке путей движения судов. Предложен алгоритм разработки проекта на основе системно-деятельностного подхода. Рассмотрены этапы применения алгоритма при практическом применении. Предложен состав проектной документации для эффективного решения задач и достижения поставленных целей по обеспечению навигационной безопасности плавания в современных условиях. Ил. 1. Библиогр. 8.

УДК 656.6:657 **Ключевые слова:** лоцманская служба, государственная организация, частная форма правления.

В.И. Егоркин. Борьба «лоцманских хозяев» за негосударственность лоцманов // Морской вестник. 2011. №4. С. 74.

Знакомит с мнением лоцманов портов страны о создании автономных некоммерческих лоцманских организаций. Табл. 1.

УДК 656.6.08:629.12 **Ключевые слова:** судно, столкновение, маневры, математическая модель, расчет.

А.А. Ершов. Способы снижения опасности столкновений судов // Морской вестник. 2011. №4. С. 77.

Рассмотрены возможные случаи столкновений судов, даны практические рекомендации по обеспечению их живучести после происшествия. Проведенный анализ позволил разработать алгоритм информационной поддержки судоводителя, который можно использовать в судовой вычислительной технике для применения на практике. Ил. 13.

УДК 532.517 **Ключевые слова:** траектория вихря, подпорный вихрь, концевой вихрь, численное исследование, PIV.

С.Ю. Соловьев, А.С. Гузев, А.С. Воробьев. Распространение вихревых систем, возникающих на корпусе судна и его элементах // Морской вестник. 2011. №4. С. 82.

Исследована структура течения вблизи препятствий на плоских телах и телах вращения с помощью численного моделирования, визуализации в гидродинамической трубе,

измерены поля скорости в аэродинамической трубе оптическим методом PIV. Ил.18. Библиогр. 8.

УДК 629.12.001.2 **Ключевые слова:** управляемость, эффект стенки, математическое моделирование, вычислительная гидродинамика.

А.Г. Егорова, Д.В. Никущенко, А.М. Четвертак. Движение судна в ограниченной акватории в плоскопараллельной постановке // Морской вестник. 2011. №4. С. 86.

Приведены результаты численного исследования маневрирования судна в ограниченной акватории. Основными задачами являлись разработка метода определения коэффициентов взаимодействия со стенкой и построение математической модели взаимодействия. Проведен регрессионный анализ численного исследования для нахождения аналитических зависимостей. С помощью этих зависимостей были найдены коэффициенты взаимодействия со стенками для нескольких судов и проведено тестирование математической модели в навигационном тренажере.

УДК 621.12.001 **Ключевые слова:** нефтеналивные суда, корпус, прочность, метод конечных элементов, МАКО, моделирование.

Г.В. Егоров, А.А. Соловьев, Н.Ф. Бутенко. Особенности конечно-элементного моделирования грузовой зоны танкеров в соответствии с требованиями общих правил МАКО // Морской вестник. 2011. №4. С. 91.

Исследована конечно-элементная модель средней части грузовой зоны, необходимой для оценки общей продольной прочности корпуса танкера. Выполнена проверка прочности рамных связей и поперечных переборок в районе миделя. При незначительной модификации эта модель позволяет решить и остальные задачи общих Правил МАКО. Расчеты выполнялись с использованием специально разработанной «Морским Инженерным Бюро» программой CSR_TANKER. Результаты расчетов нормальных, касательных и эквивалентных напряжений в контрольных элементах настила палубы и рамного шпангоута танкера декедвеем 300 тыс. т совпадают с результатами, полученными при перекрестной проверке классификационных обществ. Табл. 2. Ил. 12. Библиогр. 6.

УДК 629.12:532.595 **Ключевые слова:** корпус судна, качка, крыльцовые стабилизаторы, исследование.

Г.Б. Крыжевич, М.В. Тяло. Экспериментальное исследование эффективности снижения внешних силовых воздействий на корпусные конструкции судна с помощью пассивных крыльев-стабилизаторов качки // Морской вестник. 2011. №4. С. 95.

Приведены результаты испытаний четырех вариантов модели однокорпусного быстроходного судна (при наличии одной, двух и трех пар крыльев-стабилизаторов качки, а также без них) при движении на встречном регулярном волнении. При испытаниях модели в мореходном бассейне выявлено влияние пассивных крыльев-стабилизаторов качки на величины изгибающих моментов в поперечных сечениях корпуса, амплитуд качки и вертикальных ускорений в оконечностях модели, а также на средние значения дополнительно сопротивления воды движению модели в условиях регулярного волнения. Оценено влияние расположения крыльев-стабилизаторов по длине судна на их эффективность как средств снижения параметров качки, изгибающих моментов и дополнительного сопротивления воды движению судна. Табл. 2. Ил. 5. Библиогр. 6.

УДК 629.12:539.3:532.5 **Ключевые слова:** судно на воздушной подушке, боковое гибкое ограждение, скег, аэрогидродина-

мические нагрузки, деформированная поверхность, конечно-элементная модель.

А.В. Туманин, П.С. Кальясов, А.К. Якимов, Н.В. Леонтьев. Расчетно-экспериментальное исследование формы бортового гибкого ограждения судна на воздушной подушке (СВП) // Морской вестник. 2011. №4. С. 103.

Изложена методика расчетного определения формы бортового гибкого ограждения баллонетного типа, применяемого на амфибийных СВП. Проведены физические эксперименты по определению формы деформированной поверхности бокового гибкого ограждения. Результаты физических экспериментов, сопоставленные с результатами расчетов, проведенных по разработанной методике, показали удовлетворительное совпадение. Табл. 2. Ил. 10. Библиогр. 11.

УДК 629.5.081.4.002 **Ключевые слова:** система менеджмента качества, реализация.

А.А. Хурсан, А.В. Бендилов. Реализация принципа менеджмента качества «постоянное улучшение» в ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь» // Морской вестник. 2011. №4. С. 109.

Показано на примере работы центральной заводской лаборатории рентгеногаммографирования и ультразвукового контроля как принцип «постоянного улучшения», на котором строится система менеджмента качества на судостроительном заводе «Северная верфь», реализуется на практике. Ил.1.

УДК 629.553:681.585 **Ключевые слова:** ЗАО «МНС», выставка «Нева-2011», экспоненты, системы управления видеонаблюдением.

ЗАО «МНС» – ровесник выставки «Нева» // Морской вестник. 2011. №4. С. 113.

Знакомит с участием ЗАО «МНС» в 10-й, юбилейной, выставке «Нева-2011», последними разработками компании, а также продукцией иностранных партнеров, представленных на ней. Ил. 3.

УДК 061.43:623.8:629.5 **Ключевые слова:** выставка «Нева-2011», итоги.

Итоги выставки «НЕВА-2011» // Морской вестник. 2011. №4. С. 117.

Подведены итоги юбилейной выставки «НЕВА-2011», прошедшей при поддержке ИМО ООН. Ил. 5.

Второй «круглый стол» судостроителей России и ЕС // Морской вестник. 2011. №4. С. 122.

Знакомит с темами, обсуждавшимися на «круглом столе» судостроителей России и ЕС, а также его итогами.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** адмирал Ф.К. Авелан, биография.

С.П. Сирый. Четырнадцатый морской министр императорского флота России адмирал Ф.К. Авелан // Морской вестник. 2011. №4. С. 124.

Знакомит с биографией адмирала Ф.К. Авелана, его служением в военно-морском императорском флоте. Особое внимание уделено его вкладу в развитие флота на посту морского министра. Ил. 2.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** И.К. Григорович, Ю.А. Пантелеев, письма.

О.В. Петрова. Связь времен: из переписки адмиралов Ю.А. Пантелеева и И.К. Григоровича // Морской вестник. 2011. №4. С. 128.

О. Петрова, внучка последнего морского министра императорского флота России И.К. Григоровича, представляет вниманию читателей, интересующихся историей отечественного флота, несколько писем Ю.А. Пантелеева к И.К. Григоровичу, которые добавляют интересные штрихи к портретам этих выдающихся адмиралов. Ил. 2.

SUMMARIES

Implementation and development of information technology at OJSC «Admiralty Shipyards»

Topic is dedicated to the experience of shipyards on use of information technology for innovative development. OJSC «Admiralty Shipyards» can become the base enterprise for testing modern innovation systems of logistics support for Marine Engineering.

A. L. Ivchenko. Lord of «Lightning». To the 100th anniversary of E.I. Yuhnin

Topic is dedicated to the 100th anniversary of outstanding, shipbuilder-engineer E.I. Yuhnin, long standing head of CMKB «Almaz». It tells about his life's path, contribution to the development of the Navy. Under his leadership, CMKB «Almaz» designed a number of missile boats, including the MB «Lightning», «The Gadfly», «Hurricane», and etc.

L.G. Grabovets, I.Y. Baskakov. History of domestic passenger hovercraft «Typhoon»

The topic tells about the experience in designing and building the hovercraft «Typhoon» of its creators. Main characteristics of vessel are given.

D.V. Kurochkin. General guidelines for determining the dimensions of flight decks and hangars of modern aircraft carriers

Topic covers the scheme of calculating the dimensions of flight deck and hangar of the aircraft carrier, a number of recommendations, and statistical dependencies suitable for making exact design-engineering solutions and analysis of trends in the development of aircraft carriers in the early stages of design.

A.G. Filimonov. «Myulhan Morflot»: arctic marine projects of Russia

Topic provides overview of the company on provision of services in corrosion protection at shipbuilding and ship-repair market (protection of hulls of icebreakers, ice-tankers, drilling platforms, support vessels, scientific research vessels for operation in Arctic conditions).

A.A. Arutyunyan, D.V. Suslov, V.D. Zavrucko, A.A. Georgiev. Design mathematical model of the mechanism of radius of jib cranes with active balancing devices in form of mechanisms with rigid links

Topic discusses a mathematical model for analysis of radius of jib cranes with active balancing.

V.V. Baranovsky, V.A. Shutko. Assessment of technical readiness of power plants for ships of different conditions of stationing

The topic highlights one aspect - the readiness (availability) of the basic hardware of power plant. From the point of this aspect it can be found one or more indicators that quantify the level of technical readiness of PP in terms of its efficiency, i.e. availability or unavailability to perform according to its functional purpose.

G.N. Muru, A.A. Sobolewski, V.A. Starodubov. Approach to calculation of the ship's security equipment maintainability

Proposed is an approach allowing for systematization and decomposition of maintainability properties, which can be subjected to a quantitative or qualitative assessment. As a result, it becomes possible to formulate the problem maintainability control, which consists of choosing the composition of its properties, providing for minimum values of time, complexity and cost of operations on recovery of ship equipment.

Ship wiring: loyalty to traditions

Topic tells about experience of execution of electrical work at offshore facilities, as well as the preparation of the required professionals.

G.A. Korzhavin, Y.F. Podoplekin, S.N. Sharov. OJSC «Concern» Granit-Electron «in service of the Navy

Topic identifies milestones in the 90-year history of the company and its work for the Navy. The directions of Company's present activity in field of electronic equipment of ships, as well as on creation of naval antiship missile control systems, and antisubmarine weapons are shown.

V.V. Antipov, V.Y. Bobrovich, V.K. Bolkhovitinov, A.A. Bolisov. Mathematical support and hardware implementation of control problems of complex «fishing vessel-fishing gear.»

Topic offers the concept of making Automatic Process Control System (APCS) of fishing vessels in the management of fishing with active fishing gear - fishing trawls. Discussed are specific features of controlled

movement of complex, «fishing vessel-fishing gear». Some results of studies on control of complex course are given.

R.I. Evseev, P.A. Trubitsyn. The issue of preparation of input data for SCADA systems for control of technical equipment of ships and vessels

Topic covers problems of automated input of initial data (ID) of major projects. Organizational principles of ID design for possibility of automatic input of ID in the software (SW) of SCADA systems are identified. To ensure a unified representation of the ID it is proposed to use as notations the identifier codes based on table numbers and serial numbers of technical tasks. It is recommended vertical recording of algorithms. Described is the experience of using this approach. Examples of automatic generation of SW code fragments based on SQL queries are given.

I.A. Gorobets. Promising directions of creation and development of River Information Services in Ukraine's inland waterways

For the opening of Ukraine's inland waterways to foreign vessels a River Information Services is established, that shall ensure navigation, which must provide the vessels with information on the shoreline (water level, breakwaters, dams, etc.), boundaries of fairway channel, hazardous locations, bridges, overhead lines, and etc., buoys, beacons, lights, signs, axial lines of waterways with signs, etc.

A.V. Tretyakov, V.A. Kolesnik, V.N. Kruglievsky. Information support for shipboard fire alarm systems and automatic activation of fire extinguishers

The principles of construction, integration and management of complex systems of the fire safety of the ship are discussed. Approaches to the formation of information flow in the control system for fire fighting based on system analysis methods that improve its efficiency are reviewed.

N.Y. Shcherbina. Mathematical modeling of emergencies

Topic discusses possibilities of using an event-logical approach and logical and probabilistic methods for mathematical modeling of accidents on the ship, determining the probability characteristics of the initial events of the accident, obtaining the probability characteristics of the system, significances and contributions of individual initiating events to the accident in order to prevent emergency events.

S.B. Kursin, A.A. Lobanov. Methodological aspects of design works on ensuring navigational safety of ship navigation in modern conditions

Topic identifies urgent problems in development of navigation routes. Proposed is the algorithm for development of project based on a system-activity approach. The stages of practical application of algorithm are discussed. Proposed is the composition of design documentation for efficient solution of problems and achievement of goals to ensure navigational safety in modern conditions.

V.I. Egorkin. Fight of «pilot owners» for pilots to have no nation identity

Topic tells about views of pilots of country ports on establishment of autonomous non-profit pilot organizations.

A.A. Ershov. Ways to reduce the risk of ship collisions

Topic covers possible cases of collisions, gives practical recommendations on providing for their survival after the accident. This analysis led to development of information support of the skipper algorithm that can be used in ship's computer technology for use in practice.

S.Y. Soloviev, A.S. Guzev, A.S. Vorobyov. Distribution of vortex systems occurring on ship's hull and components thereof

Topic studies the structure of flow near obstacles in plane bodies and rotating bodies by means of numerical modeling, visualization in hydrodynamic tube, velocity fields in a hydrodynamic tube are measured using an optical method, PIV.

A.G. Egorova, D.V. Nikuschenko, A.M. Chetvertakov. The motion of ship in a restricted aquatic area in a plane-parallel formulation

The results of numerical studies of vessel maneuvering in a restricted aquatic area are given. The main objectives were: to develop a method of determining the coefficients of interaction with the wall and construct a mathematical model of interaction. The regression analysis of numerical study in order to

find analytical dependencies has been performed. Through these dependencies the coefficients of interaction with walls for several vessels were found and mathematical model was tested in the navigation simulator.

G.V. Egorov, A.A. Solovoyov, N.F. Butenko. Specific features of finite element modeling of tankers' cargo area in accordance with requirements of IACS general rules

Finite-element model of the middle part of the cargo area needed to assess the overall longitudinal strength of tanker hull was studied. The strength of frame ties and bulkheads amidships were checked. With minor modifications, this model allows for solving other problems of IACS general rules. Calculations were performed using a specially developed by «Marine Engineering Bureau» software, CSR_TANKER. The calculation results of normal, tangential and equivalent stresses in the test elements of deck floor and frame of the tanker with deadweight of 300 thousand tons coincide with those obtained by cross-validation of classification societies.

G.B. Kryzhevich, M.V. Tyalo. Experimental study of the effectiveness of reducing the external force on the ship hull structures with passive roll stabilizing fins

The results of testing four different models of single-hull high-speed vessel (if there are one, two and three pairs of roll stabilizing fins and without them) moving in opposite regular waves are given. In testing the model in nautical basin it was revealed the influence of passive roll stabilizing fins on values of bending moments in cross sections of the hull, the amplitudes of roll and vertical acceleration in model ends, as well as average values of additional resistance of water to movement of model in regular waves. The influence of stabilizing fins location along the vessel to the efficiency thereof as a mean to reduce the parameters of roll, bending moments and extra water resistance to movement of the vessel are assessed.

A.V. Tumanin, P.S. Kalyasov, A.K. Yakimov, N.V. Leontiev. Numerical and experimental study of the shape of flexible board fence of hovercraft (Hovercraft)

The method of calculation of the shape of flexible board fence air-bag type used in amphibious hovercraft is given. Physical experiments to determine the shape of deformed surface of lateral flexible fencing are conducted. The results of physical experiments, compared with the results of calculations performed by developed method showed good correlation.

A.A. Hursan, A.V. Bendikov. Realization of quality management principle, «continuous improvement» in OJSC «Shipbuilding plant «Northern Shipyard»

It is shown on example of the central X-ray gamma and ultrasonic control laboratory as the principle of «continuous improvement» on which a quality management system at a shipyard, «Northern Shipyard» is implemented in practice.

CJSC «MNS» – contemporary of «Neva» exhibition

Topic introduces participation of CJSC «MNS» in 10th, anniversary exhibition «Neva-2011», the latest company developments, as well as exhibited products of foreign partners.

Results of «Neva-2011»

The results of the anniversary exhibition «Neva-2011» are summarized.

The second «round table» of Russia and EU shipbuilders

Article introduces topics discussed at the «round table» of Russia and EU shipbuilders as well as its outcome.

S.P. Siry. Fourteenth Naval Minister, Admiral of the Imperial Russian Navy, F.K. Avelan

Article tells a biography of Admiral F.K. Avelan, his service in the Imperial Navy. Particular attention is paid to his contribution to the development of Navy during his holding the office of the Secretary of Navy.

O.V. Petrova. The link of times: from correspondence of admirals Y.A. Panteleyev and I.K. Grigorovich

O. Petrova, a granddaughter of the last naval minister of the Imperial Russian Navy, I.K. Grigorovich, presents to readers interested in the history of national Navy, a number of letters of Y.A. Panteleyev to I.K. Grigorovich, which add interesting touches to the portraits of these distinguished admirals.