

Морской



Вестник

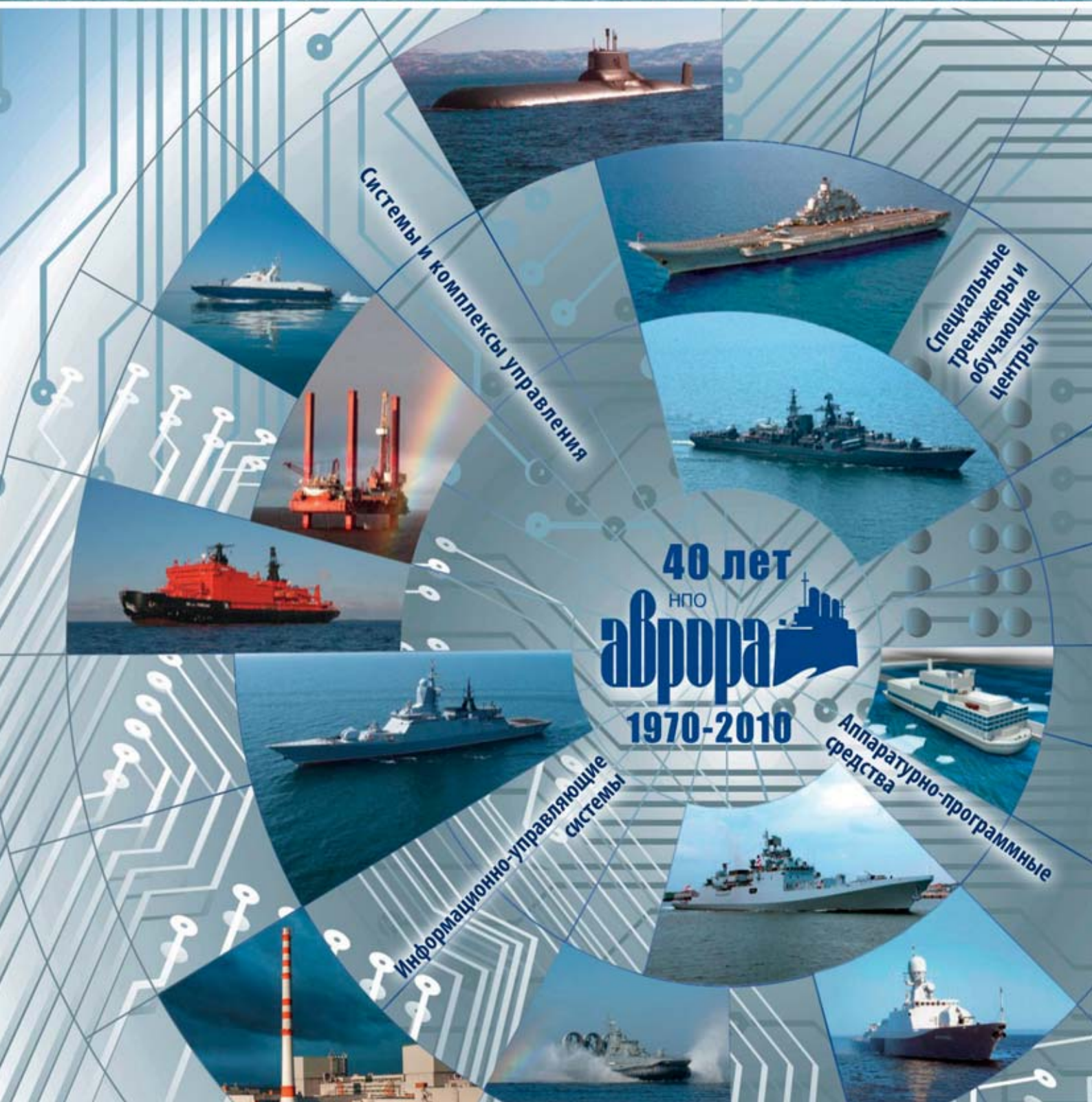
№ 1 (33)

м а р т

2 0 1 0

ISSN 1812-3694

Morskoy Vestnik



Системы и комплексы управления

Специальные
тренажеры и
обучающие
центры

40 лет
НПО
аврора
1970-2010

Аппаратурно-программные
средства

Информационно-управляющие
системы

Минувший 2009 г. был богат событиями для коллектива Центрального морского конструкторского бюро «Алмаз». В течение всего года велась напряженная работа по ряду тематик и были достигнуты определенные успехи.

26 марта 2009 г. на «Средне-Невском судостроительном заводе» состоялась торжественная церемония закладки головного ракетного катера пр. 12418 «Молния» для Республики Туркменистан. 29 июля состоялась закладка второй экспортной «Молнии» также для Туркменистана.

Кроме того, в соответствии с ранее подписанным контрактом по линии военно-технического сотрудничества ве-



Ракетный катер пр. 12148 «Молния»

дется подготовка к строительству серии лицензионных «Молний» в Республике Вьетнам.

11 июня на судостроительном заводе «Янтарь» состоялась торжественная церемония передачи судна Береговой охране Пограничной службы ФСБ России. Ранее, 27 мая, были завершены достройка, испытания и сдача головного патрульного природоохранного судна пр. 6457С «Спрут» и состоялось подписание приемного акта.



Патрульное природоохранное судно пр. 6457С «Спрут»

8 июля на заводе «Янтарь» состоялась закладка опытового судна пр. 11982 «Селигер». Оно предназначено для проведения испытаний специальных технических средств, вооружения и военной техники, проверки

ОАО «ЦМКБ «АЛМАЗ»»: ДОСТИЖЕНИЯ ГОДА

испытательного полигона на предмет противодействия иностранным техническим разведкам, участия в поисково-спасательных работах, проведения научно-исследовательских и океано-



Опытовое судно пр. 11982 «Селигер»

рафических работ. Кроме того, подписан контракт на строительство океанографического судна пр. 22010 на стапеле этого судостроительного завода.

26 июня на ОАО «СФ «Алмаз» состоялась церемония закладки двух пограничных сторожевых кораблей (ПСКР) пр. 10412 «Светляк» для Министерства национальной обороны Вьетнама. Судостроительная фирма «Алмаз» также ведет строительство одного ПСКР этого проекта для Словении. Еще два «Светляка» для Вьетнама строятся на «Восточной верфи».



Пограничный сторожевой корабль пр. 10412

Продолжается строительство серии ПСКР для Береговой охраны Пограничной службы ФСБ России. В декабре этого же года на «Восточной верфи» во Владивостоке планируется сдача тридцатого по счету корабля. Еще по одному «Светляку» строятся на «Судостроительной фирме «Алмаз» и Ярославском судостроительном заводе.

24 июля на «Северной верфи» прошла торжественная церемония спуска на воду катера «Серафим Саровский» пр. 21270. Катер предназначен для 12-го Главного управления Министерства обороны РФ, отвечающего за ядерно-техническое обеспечение и безопасность.



Катер пр. 21270

25 ноября в Высоцке был подписан приемный акт на очередной скоростной патрульный катер пр. 12150 «Мангуст» для Береговой охраны Пограничной службы ФСБ России. В течение этого года пограничникам было передано пять единиц этой серии. По одному катеру данного проекта было передано Минис-



Скоростной патрульный катер пр. 12150 «Мангуст»

терству по чрезвычайным ситуациям и Федеральной таможенной службе.

Значительные успехи были достигнуты при строительстве серии патрульных катеров «Соболь» пр. 12200. В течение всего года морским заводом «Алмаз» и «Судостроительной фирмой «Алмаз» было построено и передано заказчикам шесть катеров: два – для Пограничной службы Туркменистана и четыре – для



Патрульный катер пр. 12200 «Соболь»

русской службы Береговой охраны. Следует отметить, что строителям удалось выдержать график госзаказа с опережением на полгода. ■

Морской Вестник



Morskoy Vestnik

№1(33)

м а р т

2 0 1 0

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Редакционный совет

Сопредседатели:

В.Л. Александров, генеральный директор
ОАО «Адмиралтейские верфи»,
президент Российского НТО судостроителей
им. акад. А.Н. Крылова

К.П. Борисенко, ректор СПбГМТУ

Члены совета:

С.П. Алексеев, генеральный директор ОАО «ГНИНГИ»

С.П. Андрущук, генеральный директор
ОАО «Системы управления и приборы»

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»

В.Н. Киреев, начальник управления ОАО «ОСК»

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

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

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

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

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

К.М. Пономарев, директор Германишер Ллойд в России

В.А. Середохо, генеральный директор
ОАО «Средне-Невский судостроительный завод»

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. Суслов, директор ЗАО «ЦНИИ СМ»

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

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

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

Г.Д. Филимонов, генеральный директор
ЗАО Концерн «Мор Флот»

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

СУДОСТРОЕНИЕ И СУДОРЕМОНТ

ОАО ЦМКБ «Алмаз»: достижения года	1
ОАО «Судостроительная фирма "Алмаз"» подводит итоги за 2009 г.	9
Ю.П. Волков, С.А. Милавин, В.В. Шаталов. Проектирование паромов различного назначения в ОАО «КБ "Вымпел"». История и современность	11
Г.В. Егоров, И.А. Ильницкий. Концепция танкеров-продуктовозов-химовозов класса «Волго-Дон макс» нового поколения	15
Кристоф Витте. Многофункциональная поддержка	20

ДВИГАТЕЛИ, ОБОРУДОВАНИЕ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

К. Ю. Шилов, В. В. Войтецкий. Становление и развитие научно-производственного объединения «Аврора»	23
К.Ю. Шилов, Ю.Н. Черныш, Ю.Н. Ляпин. Базовые решения для систем управления движением и динамическим позиционированием судов	26
В.С. Татарский. Кризис делу не помеха	31
А.А. Арутюнян, Д.В. Суслов, В.Д. Завирухо, А.А. Георгиев. Обоснование конструктивного решения системы стабилизации груза крана КЭГ20031С	33
Карстен Д. Хагенах. Надежность подводных рабочих механизмов: проблемы, которые необходимо решать	41
Н.П. Шаманов, А.Н. Волков. Использование электрохимических энергоустановок на подводных аппаратах	43
Е.В. Бахтамов. Уменьшение вихревого звукообразования при обтекании потоком жидкости твердых тел сложного профиля	45

ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Р.Н. Караев, В.Н. Разуваев. Безопасность жизнедеятельности, аварийно-спасательная и противопожарная подготовка персонала нефтяных платформ	47
---	----

НАВИГАЦИЯ И ГИДРОГРАФИЯ

В.А. Атаманюк, Ю.В. Баглюк, Ю.И. Базаров, Е.Л. Бродский, А.Н. Ратнер. Новое поколение автоматических идентификационных систем производства ЗАО «Транзас»	51
С.Б. Курсин. Альтернативный способ исследования рельефа дна подо льдами Арктики	57

БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ

Май Куок Чыонг. Разработка математической модели изменения нагрузки судна в рейсе для МРС Вьетнама	59
--	----

ОСВОЕНИЕ ОКЕАНА И ШЕЛЬФА

К.А. Смирнов, И.А. Моряков, В.В. Лебедев, А.О. Попко. Отгрузка нефти с морских платформ и выносных причальных устройств	63
---	----



МОРСКАЯ ТЕХНИКА: НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

А.Н. Суслов, Г.В. Тарица, М.А. Гулев. Пути оптимизации главных размерений современных судов-газовозов со сферическими грузовыми емкостями	67
Аунг Мьо Вин, О.Я. Тимофеев. Моделирование разрушения конструкций танкеров при внутренних дефлаграционных взрывах	69
В.А. Мацкевич, В.П. Осипенко, А.В. Мацкевич, Н.И. Петров. Об автоматизации процессов проектирования и управления проектами в проектно-конструкторских бюро судостроительного профиля	71
Г.Г. Чернобыль. Цифровая верфь «РТС» («ПиТиСи»): первое знакомство	77
А.Ш. Готман. Аналитическое задание поверхности корпуса корабля произвольной формы	81
Йе Тет Тхун. Проектирование туристских и развездных скоростных судов Союза Мьянма	86
А.Г. Ляховицкий, Пью Зо Хейн. Проектирование скоростных катамаранов для Союза Мьянма	88
Б.А. Царев, В.К. Ханухов. Анализ архитектурно-компоновочного и функционального облика при проектировании исследовательских судов	92
В.В. Ярисов. Проектная оценка степени риска опрокидывания судна в штормовых условиях плавания	97
А.Д. Гофман. Об удержании на прямом курсе крупнотоннажных неустойчивых судов	99
А.С. Гусев, С.Ю. Соловьев. Исследование структуры потока вблизи крыла, расположенного в пограничном слое пластины	102

МОРСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

А.Е. Лещина, В.Г. Михлин, А.В. Смольников. Автоматизированная система обучения (электронное обучение)	105
--	-----

БИЗНЕС И ПРАВО

М.С. Труб, Н.А. Вальдман, А.Б. Карташев. Оценка технико-экономической эффективности использования морских ветровых электростанций в Охотском море	107
Е.А. Чихонадских, И.В. Карышев, Д.А. Спивак. Экономическая оценка природных ресурсов в судостроении	110
Ю.Д. Дехтярук. Анализ инвестиционных затрат на обустройство морских месторождений углеводородов в Арктике	112

ВЫСТАВКИ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЕМИНАРЫ

К.В. Рождественский. «Naval Forces» в Санкт-Петербурге	115
---	-----

ИСТОРИЯ СУДОСТРОЕНИЯ И ФЛОТА

С.П. Сирый. Адмирал Флота Советского Союза С.Г. Горшков	118
«Круглый стол»: Адмирал Флота Советского Союза Сергей Георгиевич Горшков – создатель океанского атомного флота	122
А.А. Русецкий. Два брата, две судьбы	125

В МОРСКОМ СОБРАНИИ

С.П. Сирый. 34-я Ассамблея Санкт-Петербургского Морского Собрания	127
--	-----

Главный редактор

Э.А. Конов, канд. техн. наук
Тел.: (812) 6004586
Факс: (812) 3206674
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.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.
Б.А. Царев, д-р техн. наук, проф.

Редакция

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

Редактор

Т.И. Ильичева

Выпускающий редактор

С.Н. Шепляков

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 2006–2009 гг.
размещены на сайте ООО «Научная электронная
библиотека» www.elib.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 по технологии StP
в ОАО «Печатный двор» им. А.М. Горького,
197110, Санкт-Петербург, Чкаловский пр., 15
Тираж 1000 экз. Заказ № 21298

Ответственность за содержание информационных и
рекламных материалов, а также за использование
сведений, не подлежащих публикации в открытой
печати, несут авторы и рекламодатели. Перепечатка
допускается только с разрешения редакции.

Морской Вестник



№1(33)
march
2010

Morskoy Vestnik

SCIENTIFIC, ENGINEERING, INFORMATION AND ANALYTIC MAGAZINE

Editorial Council

Co-chairmen:

V.L. Alexandrov, General Director

JSC Admiralty Shipyards,
President of the Russian Scientific and Technical
Association of Shipbuilders
named after Acad. A.N. Krylov

K.P. Borisenko, Rector SPB SMTU

Council Members:

S.P. Alekseev, General Director JSC SRNHI

S.P. Andryushchuk, General Director

JSC Control System and Instrument

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

V.N. Kireev, Head of the Project «DB» in

JSC United Shipbuilding Corporation

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

S.L. Krauss, Chairman

of the Board Directors JSC IRISFORT

L.G. Kuznetsov, General Director JSC Compressor

A.P. Matlakh, General Director

JSC SPA Poliarnaya Zvezda

G.N. Muru, General Director JSC 51CCTIS

N.V. Orlov, Chairman

St.Petersburg Marine Assembly

K.M. Ponomarev, Director

Germanisher Lloyd St. Petersburg GmbH

V.V. Shatalov, General Director

JSC DB «Vympel»

V.A. Seredokho, General Director

JSC Sredne-Nevisky sudostroitelny zavod

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

VA. Solon'ko, General Director

JSC SPA Sevspezhavtomatika

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

SHIPBUILDING AND SHIP REPAIRING

- Open Joint-Stock Company CMKB «Almaz»: Achievements of the Year 1*
- Open Joint-Stock Company «Shipbuilding Firm “Almaz”» reckons up for 2009 9*
- Y.P. Volkov, S.A. Milavin, V.V. Shatalov.**
Designing Multi-Purpose Ferries in the Open Joint-Stock Company
«Design Office “Vympel”». History and Modernity 11
- G.V. Egorov, I.A. Il' nitskiy.** *A Concept of the New Generation*
«Volgo-Don» Class Tankers – Product and Chemical Agent Carriers 15
- Christoph Vitte.** *Multifunctional Support 20*

ENGINES, EQUIPMENT AND CONTROL SYSTEMS

- K.Y. Shilov, V.V. Voytetskiy.** *Foundation and Development*
of the Scientific and Industrial Association «Aurora» 23
- K.Y. Shilov, Y.N. Chernysh, Y.N. Lyapin.** *Basic Solutions*
for Ship Movement and Dynamic Positioning Control Systems 26
- V.S. Tatarskiy.** *Crisis is not an Obstacle to Business 31*
- A.A. Arutyunyan, D.V. Suslov, V.D. Zavirukho, A.A. Georgiev.**
Justification of a Design Solution for the Load Stabilization System
of KЭГ20031C Type Crane 33
- Karsten D. Khagenakh.** *Reliability of Underwater Operational Mechanisms:*
Issues to be Tackled 41
- N.P. Shamanov, A.N. Volkov.** *Employment of Electrochemical Power Plants*
in Underwater Vehicles 43
- E.V. Bakhtamov.** *Reduced Fluid Flow Vortex Sound Generation*
around Solid Bodies with Compound Section 45

INDUSTRIAL SAFETY

- R.N. Karaev, V.N. Razuvaev.** *Oil Platform Safe Operation, Staff Rescue*
and Fire Control Training 47

NAVIGATION AND HYDROGRAPHY

- V.A. Atamanyuk, Y.V. Baglyuk, Y.I. Bazarov, E.L. Brodskiy, A.N. Ratner.**
New Generation of Automatic Identification Systems produced by the Close
Joint-Stock Company «Tranzas» 51
- S.B. Kursin.** *Alternative Way of the Arctic Region Bottom Topography 57*

NAVIGATION SAFETY

- May Kuok Chyong.** *Development of a Mathematical Model for Changeable Ship*
Loads of Vietnam Sea and River Vessels 59

OCEAN AND SHELF DEVELOPMENT

- K.A. Smirnov, I.A. Moryakov, V.V. Lebedev, A.O. Popko.** *Oil Shipment*
from Sea Platforms and Catenary Anchor Leg Mooring Facilities 63



MARITIME ENGINEERING: SCIENCE AND TECHNOLOGIES

A.N. Suslov, G.V. Taritsa, M.A. Gulev. Optimization of the Major Dimensions of the Modern Ships – Gas-Carriers, with Globe Gasholders.....	67
Aung Myo Vin, O.Y. Timofeev. Modeling the Destruction of Tanker Structures with Internal Deflagration Explosions	69
V.A. Matskevich, V.P. Osipenko, A.V. Matskevich, N.I. Petrov. On Computer-Aided Design Processes and Project Management in the Shipbuilding Design and Engineering Offices	71
G.G. Chernobyl. Digital Shipyard «PTC» («Pi:/Ti:/Si:»): First Introduction	77
A.S. Gotman. Analytical Random Shaping of a Ship Hull	81
Ye Tet Thun. Designing the Tourist and Journey Speedsters of Myanmar Union	86
A.G. Lyakhovitskiy, Pyo Zo Khein. Designing the High-Speed Catamarans for Myanmar Union	88
B.A. Tsarev, V.K. Khanukhov. Reviewing the Architectural, Lay-Out and Functional Outlook in Designing the Research Ships.....	92
V.V. Yarisov. Design Evaluation of a Ship Turnover in the Storm Sea Conditions	97
A.D. Gofman. Straight Course Keeping of Large Capacity Unstable Ships	99
A.S. Guzeev, S.Y. Soloviev. Study of the Flow Structure near the Air Foil located in the Boundary Layer of a Plate.....	102

MARITIME EDUCATION

A.E. Leschina, V.G. Mikhlin, A.V. Smol'nikov. Automated Training System (Electronic Training)	105
--	-----

BUSINESS AND LAW

M.S. Trub, N.A. Valdman, A.B. Kartashev. Feasibility Study of the Use of Sea Wind-Driven Power Plants at Okhotsk Sea	107
E.A. Chikhonadskikh, I.V. Karyshev, D.A. Spivak. Economical Evaluation of Natural Resources in the Shipbuilding	110
Y.D. Dekhtyaruk. Review of Investments for Development of Marine Hydrocarbon Deposits in Arctic Regions	112

EXHIBITIONS, CONFERENCES, SEMINARS

K.V. Rozhdestvenskiy. «Naval Forces» in Saint-Petersburg	115
---	-----

HISTORY OF SHIPBUILDING AND FLEET

S.P. Siriy. Fleet Admiral of the Soviet Union S.G. Gorshkov.....	118
«Round Table»: Fleet Admiral of the Soviet Union Sergey Georgievich Gorshkov – Founder of the Ocean Nuclear Fleet	122
A.A. Rusetskiy. Two Brothers, Two Fates	125

IN MARINE ASSEMBLY

S.P. Siriy. 34 th Assembly of Saint-Petersburg Marine Assembly	127
--	-----

Editor-in-Chief

E.A. Konov, Ph. D.
Phone/Fax: +7 (812) 6004586
Fax: +7 (812) 3206674
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.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. Rozhdestvenskiy, D. Sc., Prof.
A.A. Rusetskiy, 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

Observer of publication

S.N. Shepljakov
Design, imposition
S.A. Kirillov

Editorial office

office 13H, 84, Nab. r. Moyki,
190000, St. Petersburg

The magazine is registered by RF Ministry of Press, TV and Radio Broadcasting and Means of Mass Communications, Registration Certificate ПИ № 77-12047 of 11 march 2002.

Founder-Publisher

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

The magazines electronic versions of 2006–2009 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 by technology CtP

JSC Pechatniy Dvor n. A.M. Gorskoy,
15 Chkalovskiy av., 197110, St. Petersburg
Circulation 1000. Order № 21298

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 «Судостроительная фирма «Алмаз»» ведет свою историю от основанной в 1933 г. верфи Морпогранохраны и в течение многих лет является лидером отечественного военного судостроения.

За 76 лет своего существования фирма «Алмаз» построила свыше 1000 катеров и кораблей как для отечественного ВМФ, так и для зарубежного заказчика. Среди них – первые в мире ракетные катера, катера и корабли на автоматически управляемых подводных крыльях, амфибийные десантные корабли на воздушной подушке, сторожевые пограничные катера и корабли. Сегодня «Алмаз» – современное предприятие, специализирующееся на постройке скоростных кораблей и катеров для охраны морских границ, больших и малых кораблей, многоцелевых судов на воздушной подушке, судов и яхт гражданского назначения. 2009 г. стал для предприятия годом напряженной и ответственной работы. Фирма передала Пограничной службе (ПС) ФСБ РФ головной корабль пр. 22460 «Рубин». Корабль водоизмещением 635 т будет выполнять задачи по охране государственной границы и территориального моря, а также по борьбе с терроризмом и пиратством. Корабль оборудован самыми современными средствами навигации, связи и вооружения, а также имеет на борту вертолет. Корабль отличаются высокий уровень автоматизации, большая дальность плавания (не менее 3500 миль) и автономность (30 сут.).

Для ПС ФСБ РФ были переданы также четыре катера специального назначения пр. 12200 «Соболь», еще два таких катера – иностранному заказчику. Катер пр. 12200 «Соболь» предназначен для охраны государственной границы, прибрежных коммуникаций, судов и искусственных сооружений, борьбы с терроризмом, а также контроля экономической зоны государства и обеспечения сохранности природных ресурсов.

ОАО «СУДОСТРОИТЕЛЬНАЯ ФИРМА «АЛМАЗ»» ПОДВОДИТ ИТОГИ ЗА 2009 г.



В канун Нового года, 24 декабря, на фирме «Алмаз» состоялось торжественное мероприятие, посвященное церемонии спуска на воду патрульного судна ледового класса пр. 21120 для ПС ФСБ РФ. Судно предназначено для охраны биоресурсов и контроля экономической зоны государства.

Также в последних числах декабря «Алмаз» завершил строительство буксира ледового класса пр. 2805 «Невская заста-

нит сразу несколько специализированных судов: ледокол, буксир, судно для сбора нефтепродуктов с поверхности воды и льда, пожарно-спасательное судно.

В настоящее время на ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз»» продолжают работы по строительству двух малых артиллерийских кораблей пр. 21630 «Буян» для ВМФ РФ. Корабли водоизмещением около 560 т отличаются высокой степенью насыщенности различными видами вооружения. Проектом предусмотрено размещение на судне двух артиллерийских установок, зенитного, пулеметного и противодиверсионного вооружения.

«Алмаз» ведет строительство трех кораблей пр. 10412 «Светляк» для иностранного заказчика, одного корабля пр. 10410 для ПС ФСБ РФ. Патрульное судно данного проекта давно зарекомендовало себя как высоконадежное и качественное.

2009 г. еще раз показал, что «Судостроительная фирма «Алмаз»» – стабильное предприятие, успешно выполняющее все взятые на себя обязательства. ■



Катер пр. 12200 «Соболь»

ва» для правительства Санкт-Петербурга. Данный проект, безусловно, является уникальным, не имеющим аналогов ни в российском, ни в зарубежном судостроении. Примечательно, что это судно заме-



Головной корабль пр. 22460 «Рубин»

В 2010 г. одна из старейших проектных организаций ОАО «Конструкторское бюро по проектированию судов «Вымпел» (г. Нижний Новгород) отмечает свой 80-летний юбилей. На протяжении всей трудовой деятельности КБ «Вымпел» занимало лидирующее положение в различных секторах отечественного судостроительного рынка и активно участвовало в решении масштабных транспортных задач государственного значения. Одним из приоритетных направлений работы КБ «Вымпел» долгие годы остается проектирование паромов различного типа и назначения. Проектирование паромов стало одной из специализаций КБ «Вымпел» еще в начале 50-х гг. Тогда была создана Амурская паромная переправа протяженностью 7 км, для обслуживания которой по *пр. 723* построены четыре железнодорожных паромов: «Волга» и «Дон» (1945 г.), «Амур» и «Комсомольск» (1951 г.). Предпосылкой для создания паромной переправы через реку Амур на участке Комсомольск–Пивань стала необходимость в транспортной связи с Дальним Востоком, возникшая в 1945 г.



Паром «Амур» пр. 723

В этот же период перед специалистами бюро была поставлена задача по обеспечению железнодорожного перехода через реки Обь и Енисей на строящейся железнодорожной магистрали Салехард–Игарка. Для этих целей по *пр. 723Б* были созданы речные железнодорожные дизель-электрические паромы с ледовым усилением, вмещающие железнодорожный состав из 32 двухосных вагонов. Позднее в связи с закрытием строительства железной дороги, четыре паромов – «Южный», «Северный», «Восточный» и «Заполярный» – были переоборудованы по *пр. 723М* и эксплуатировались на Керченской переправе, на тот момент единственной в стране, где регулярно по твердому расписанию перевозились на пароме пассажирские поезда с находящимися в них пассажирами.



Железнодорожный паром типа «Советский Азербайджан» пр. 721

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПАРОМОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ОАО КБ «ВЫМПЕЛ». ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Ю.П. Волков, главный конструктор,
С.А. Милавин, зам. генерального директора
по проектной работе – гл. конструктор проектов,
В.В. Шаталов, генеральный директор, проф. НГТУ,
ОАО «Конструкторское бюро по проектированию судов «Вымпел»,
контакт. тел. (831) 4334149

В связи с развитием автотранспорта и автомобильных перевозок по проектам КБ «Вымпел» на судостроительных заводах Астрахани, Северодвинска, Тюмени было построено несколько морских портовых автомобильно-пассажирских паромов с использованием прогрессивного метода въезда-выезда автомашин по принципу «прямого потока» (*пр. 727, 722, 736*).

В 60-е гг. КБ «Вымпел» внесло значительный вклад в создание Каспийской и Сахалинской паромных переправ. Каспийская переправа обслуживалась пятью морскими железнодорожными паромов типа «Советский Азербайджан» («Советский Туркменистан», «Гамид Султанов», «Советский Узбекистан», «Советский Таджикистан»), вместимостью 290 пассажиров и 30 грузовых четырехосных вагонов (*пр. 721, 721А*). Паромы имели полное водоизмещение 6056 т, скорость – около 18 уз. Ограниченная осадка, лимитируемая глубиной Красноводского канала, вызвала необходимость широкого применения в проекте конструкций из легких сплавов. В отличие от открытых вагонных палуб паромов Керченской и Амурской переправ, паромы Каспийской переправы имели закрытое вагонное помещение, позволяющее предохранять вагоны от вредного воздействия морской воды. Высокие технико-эксплуатационные качества каспийских паромов были подтверждены многолетним опытом их эксплуатации без ограничений по погоде в сложных гидрометеорологических условиях Каспийского бассейна.



Железнодорожный паром типа «Сахалин» пр. 1809

Для улучшения транспортной связи Сахалина с материком в 1966 г. КБ «Вымпел» закончило проектирование уникальных железнодорожных паромов-ледоколов типа «Сахалин» (*пр. 1809*) для переправы через Татарский пролив на линии Ванино–Холмск. На Калининградском судостроительном

заводе «Янтарь» было построено 10 паромов типа «Сахалин», представляющих собой мощные транспортные средства для круглогодичной морской перевозки всех видов железнодорожного подвижного состава, колесной и гусеничной техники, пассажиров. Вместимость парома обеспечила перевозку на вагонной палубе 26 грузовых четырехосных вагонов и 72 пассажиров в каютах. Суда имели полное водоизмещение 7730 т, длину 127 м, двухвальную дизель-электрическую установку с генераторами мощностью 6×1910 л.с. и скорость хода около 18 уз. За счет использования винтов в корме и в носу обеспечена высокая управляемость и возможность работы парома в сплошном льду толщиной до 1 м.

В 1966 г. бюро был разработан проект первого в стране автомобильно-пассажирского парома-ледокола типа «Андрей Коробицын» (пр. 1731) вместимостью 390 пассажиров и 12 грузовых автомобилей. Создание серии из четырех паромов этого типа, построенных Ленинградским ССЗ им. А.А. Жданова, решило проблему обеспечения круглогодичной переправы в Финском заливе на линиях Ломоносов–Кронштадт.

В целом эксплуатационно-экономические преимущества паромных перевозок позволили рассчитывать на их широкое развитие в дальнейшем, а приобретенный КБ опыт проектирования подтвердил возможность и перспективу создания надежно действующих речных и морских паромных переправ.

В 90-х гг. XX в. КБ «Вымпел» приняло участие в создании международных паромных комплексов на железнодорожных переправах СССР–НРБ и СССР–ГДР как в качестве эксперта, так и в качестве разработчика на стадии эскизного проектирования паромных судов типа «Герои Шипки» и «Клайпеда» для этих переправ. В этот период конструкторским бюро были выполнены перспективные проектные проработки по созданию нового поколения железнодорожных и автомобильных паромов, а именно:

- проект нового железнодорожно-автомобильно-пассажирского парома для Керченской переправы;
- проект нового железнодорожного парома второго поколения повышенной вместимости для Каспийского бассейна;
- проект морского железнодорожного парома второго поколения для замены физически и морально устаревших паромов пр. 1809, действующих на Сахалинской переправе;
- проект морского железнодорожного парома «Балтийский» для линии Санкт-Петербург–Калининград;
- проект современного железнодорожно-автомобильно-пассажирского парома «NOSTRAC», предназначенного для

эксплуатации на Каспии в составе международного транспортного коридора Европа–Азия;

- проект автомобильно-пассажирского парома на воздушной подушке со скегами «Турист».

С 2000 г. КБ «Вымпел», не только вело собственные разработки, но участвовало совместно с финскими компаниями в работах по проектированию и технологической подготовке производства автомобильных и пассажирских паромов, таких как «SeaFrance», «Tallink», «Brittany», «Viking Line» и др.

В настоящее время продолжается развитие паромной специализации бюро. В 2009 г. ОАО КБ «Вымпел» по заказу ФГУП «Росморпорт» разработало технический проект грузопассажирского парома, предназначенного для круглогодичной эксплуатации на линии «Усть-Луга–Балтийск–порты Германии».

В соответствии с «Правилами классификации и постройки морских судов и плавучих сооружений Российского морского регистра судоходства», судно спроектировано на класс КМ Arc4 AUTI-ICS OMBO ECO-SRO-RO Passenger Ship и имеет неограниченный район плавания.

Основные характеристики парома

Длина наибольшая, м	202,0;
Ширина, м	27,0;
Высота борта, м	10;
Осадка расчетная, м	7,0;
Дедвейт, т	Ок. 8300;
Скорость, уз	ок. 20;
Мощность ЭУ, кВт	Ок. 2×11 600;
Вместимость палубного груза	
Вагон L=14,73 м, шт	100;
Вагон L=12,02 м, шт	122;
Трейлеры, шт	92;
Легковые автомобили, шт	290;
Экипаж/кол-во мест	66/67;
Пассажироместность, чел.	332

В качестве соисполнителей работ КБ «Вымпел» в проектировании парома приняли участие такие предприятия, как ЦНИИ им. акад. Крылова, «Транзас», «Росэлектропром», «МакГрегор», финская компания «Deltamarin», МИБ и др. Учитывая специфические условия эксплуатации парома, особое внимание было уделено отработке формы обводов корпуса. С этой целью в опытовом бассейне ОАО КБ «Вымпел» были проведены буксировочные испытания на тихой воде и регулярном волнении серии моделей по определению влияния на сопротивление воды движению таких факторов, как

- изменение формы кормовой оконечности;
- бульбовой наделки в носовой оконечности;
- установка развитых выкружек гребных валов.



Железнодорожно-автомобильно-пассажирский паром для линии Усть-Луга–Балтийск–Засниц (Германия) пр. 00650

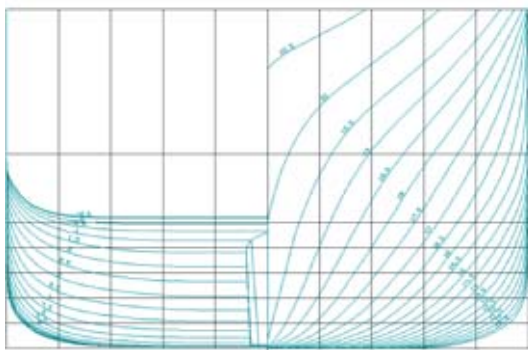


Один из вариантов бульбовой наделки



Кормовая оконечность

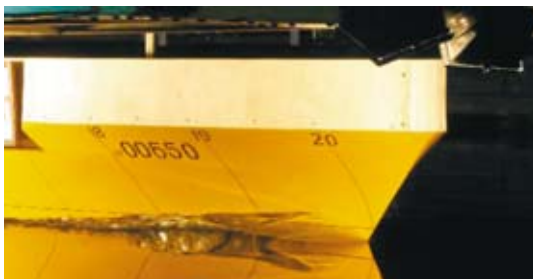
На основании анализа результатов этих испытаний был разработан окончательный вариант теоретического чертежа корпуса для проведения экспериментальных работ в опытовом бассейне ФГУП ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова.



Теоретический чертеж

В соответствии с техническим заданием ОАО КБ «Вымпел», лабораториями Института были проведены пять научно-исследовательских работ в области гидродинамики:

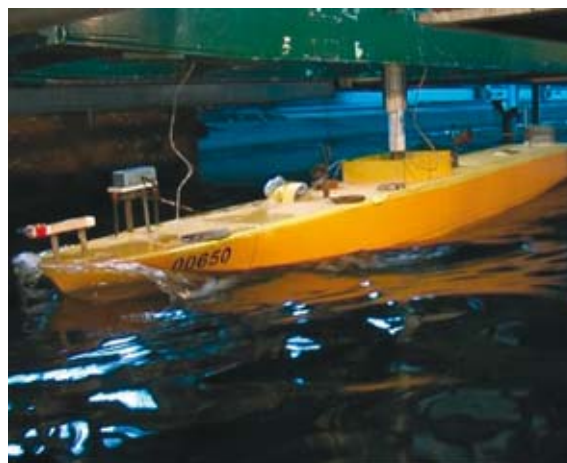
- расчетно-экспериментальные исследования ходкости;
- исследование характеристик управляемости;
- экспериментальное исследование мореходности;
- определение аэродинамических характеристик надводной части и скосов потока над вертолетной площадкой паромов при круговом изменении;
- расчетно-экспериментальные исследования ледопродолжительности и расчет прочности гребного винта.



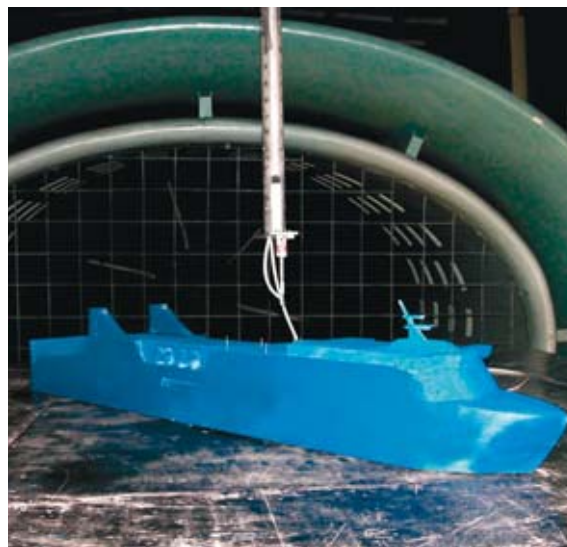
Исследование ходкости при осадке в грузу



Исследование ходкости при осадке в балласте



*Исследование мореходности.
Встречное волнение – 6 баллов*



*Исследование управляемости.
Модель паромов в аэродинамической трубе*

В результате проведенных экспериментальных работ была найдена оптимальная форма обводов корпуса и разработан движительно-рулевой комплекс, обеспечивающие высокие мореходные качества паромов.

В проекте учтены требования всех действующих национальных и международных правил и конвенций, включая региональные требования, относящиеся к Балтийскому морю. В конструкцию судна заложены передовые решения, позволяющие в будущем построить паром, отвечающий повышенным требованиям как экологической, так и пассажирской безопасности. ■



- 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

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Одно из ведущих российских танкерных пароходств – группа компаний «Палмали» в 2008 г. эксплуатировала на смешанных «река-море» перевозках нефтепродуктов и растительного масла 44 танкера типа «Волгонепфть» пр. 550А, «Ленанепфть» пр. Р77, 621, «Лукойл» пр. 0201Л, «СФАТ» пр. 19612 и «Армада» пр. 005RST01 [4], а также три танкера пр. 19619.

При этом на маршрутах через Волго-Донской судоходный канал (ВДСК) используются суда первой серии типа «Армада», а также построенные на классы Российского Речного Регистра (РРР) М, М-ПР, М-СП в 1981–1997 гг. суда типа «Ленанепфть» и типа «Волгонепфть». В 1998–2002 гг. корпуса этих судов были подкреплены по проектам «Морского инженерного бюро» на класс PC R3RSN.

Сданные в 1999–2003 гг. суда типа «Лукойл» и типа «СФАТ», имеющие класс PC R1, в связи с недостаточной грузоподъемностью при осадке 3,40 м и одновальной установкой (пр. 0201Л), а также избыточными для ВДСК габаритами (пр. 19612) применяются в основном на морских перевозках, хотя могут совершать и переходы через ВДСК.

Анализ эксплуатации существующих танкеров смешанного плавания позволил выявить их [1]:

- недостаточную усталостную и износную долговечность корпусов в морских условиях (особенно для пр. 550А/1577, Р77);
- недостаточную вместимость грузовых помещений (пр. 621, 621.1, 630);
- недостаточную мощность главных двигателей и связанные с этим значительные потери скорости при ходе на волнении в море;
- моральное устаревание значительной части оборудования и принятых конструктивных решений (суда проектировались около 30 лет назад);
- невозможность перевозки растительных масел, для которых требуется судно-химовоз ИМО2.

Таким образом, задача состояла в создании нового универсального танкера для нефти, нефтепродуктов и растительного масла с надежными корпусом и оборудованием, экономически эффективного в условиях линейной работы на внутренних водных путях России и при ограниченных осадках в Азовском и Каспийском морях (основные маршруты: Волгоград–Керчь и Волгоград или Астрахань–Нека), а который также мог бы эксплуатироваться в морских районах Европы, включая переходы через Бискайский залив в зимний период, с минимальными потерями ходового времени.

Целью статьи является обоснование главных характеристик и особенностей та-

КОНЦЕПЦИЯ ТАНКЕРОВ-ПРОДУКТОВОЗОВ-ХИМОВОЗОВ КЛАССА «ВОЛГО-ДОН МАКС» НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Г. В. Егоров, д-р техн. наук, проф., генеральный директор,
И. А. Ильницкий, первый зам. генерального директора,
«Морское инженерное бюро», Одесса,
контакт. тел. +38 (0482) 347928, +7 (812) 2328538

кого танкера-продуктовоза-химовоза, исходя из коммерческих, путевых и технических условий эксплуатации. Концепт получил название «Новая Армада» (пр. RST22).

Отличительными принципиальными чертами нового пр. являются:

1. Ориентация не только на формальные требования класса и конвенций, но и на требования фрахтователей и ведущих нефтяных компаний.
2. Повышенный экологический стандарт, превышающий требования МАРПОЛ [5].
3. Более прочные корпуса.
4. Более мощные двигатели.
5. Современное оборудование, в том числе технологическое.
6. Приспособленность к работе с судами-накопителями.
7. Повышенная грузоподъемность и грузовместимость.
8. Более широкая номенклатура перевозимых грузов, в том числе растительные масла, этиленгликоль и пр.

Концепция судов «Новая Армада» была сформулирована следующим образом: танкер с полным использованием габаритов ВДСК, максимально возможным для обеспечения ходкости коэффициентом общей полноты, повышенной грузовместимостью при минимально возможной высоте борта; повышенной управляемостью в стесненных условиях, в шлюзах, каналах и на мелководье; обоснованной эксплуатационной надежностью конструкций судового корпуса при оптимальной металлоемкости последнего.

Коммерческие условия связаны с тем, что суда данного класса используются на перевозках грузов «Лукойла» и других нефтяных компаний из районов Волгограда, Астрахани, Туркменбаши, Актау на порты Нека, Махачкала, Керчь, Кавказ и на других маршрутах до портов Турции, Греции, Италии, Израиля и др., в том числе по маршруту порты Каспийского моря – порты Средиземного моря.

Основными являются весенне-летние перевозки мазута и других нефтепродуктов Волгоградского НПЗ и сырой

нефти с портов р. Волги на танкер-накопитель в районе Керчи и на порт Нека с ограниченной проходной осадкой. В межнавигационный (зимний) период суда работают на Каспийском, Черном, Средиземном и Балтийском морях, участвуя в перевозках нефтепродуктов, в том числе бензина, дизельного и печного топлива, а также растительного масла.

В связи с подготовкой компании «Лукойл» к добыче нефти на Корчагинском месторождении в Каспийском море было решено использовать как суда первой, так и второй серии «Армад» в качестве «челночных» танкеров, соответственно, при формировании идеологии концепта «Новая Армада» была усилена именно морская функция судна, при незначительном уменьшении грузоподъемности в реке.

Суда должны отвечать путевым условиям Азовского, Каспийского морей и ВДСК [2, 3] и поэтому относятся по классификации «Морского инженерного бюро» к танкерам класса «Волго-Дон макс» [1].

На выбор главных размерений судна исследуемого типа влияют как путевые условия внутренних водных путей – ВДСК и реки Волга, так и условия морских портов и каналов Азовского моря, Керченского канала и самого Каспийского моря [3].

Основные каспийские порты – Астрахань, Махачкала, Баку, Актау, Атырау, Туркменбаши, Нека, Ноушехр, Энзели, Амир-Абад.

Иранские порты Каспийского моря построены в искусственных акваториях, поэтому глубины в канале и у причалов в них рассчитаны на прием судов с осадкой около 4,6 м и поддерживаются дноуглублением. Условия Волго-Каспийского канала, как правило, позволяют выходить в Каспийское море судам с осадкой до 4,5 – 4,6 м.

На основе анализа путевых условий можно рекомендовать для «каспийского» судна габаритную длину 140 м, позволяющую работать практически у всех причалов региона и проходить все

«узкие» места ВДСК [2] без снижения скорости хода. Габаритная ширина судна может быть принята в пределах 16,8–17,0 м, надводный габарит судна – равным 14,0 м или менее. Пересчет от L_M к длине судна по грузовую ватерлинию L может быть осуществлен с помощью соответствующих соотношений для различных длин СОРП нового поколения, приведенных в работе [1]. Аналогично, расчетная ширина судна может быть определена по формуле $B = B_M - b$, где b – суммарная ширина привального бруса, обычно 0,20 – 0,40 м. Рабочий диапазон осадок судна для каспийского моря находится в пределах 3,60 – 4,60 м.

После того как путевые условия определили главные размерения судна, следующим шагом является определение на основе указанной в техническом задании скорости хода V_S оптимального значения коэффициента общей полноты C_b . Согласно рекомендациям [1], при скорости около $V_S = 10,5$ уз $C_b = 0,90$. Максимально возможный дедвейт судна обеспечивается рациональным проектированием связей корпуса, ведущим к минимизации его массы P_{mk} .

Особую роль при этом играет обособленное назначение класса по району плавания и ледовой категории, а также принятые технические решения по оборудованию.

В отношении технических решений было реализовано следующее:

В соответствии с предполагаемыми направлениями перевозок и оценкой возможных потерь ходового времени от простоев в ожидании погоды выбран класс PC R2, который позволяет эксплуатировать судно на переходах вокруг Европы и в Ирландском море, причем танкера второй серии RST22 имеют стандарт прочности, соответствующий требованиям более высокого класса R1 в эксплуатации.

В соответствии с накопленным опытом работы в Азовском и Каспийском морях принята ледовая категория Ice1 (проект 005RST01), с учетом применения судов в Балтийском море ледовая категория была доведена до уровня Ice2 (проект RST22).

За счет роста высоты сечения (применение тронка) увеличена грузоемкость и снижены расходы в отечественных портах по модулю, обеспечив при этом достаточную для выбранного класса общую продольную прочность без увеличения толщин подавляющего большинства конструкций в сравнении с минимальными толщинами Правил РС.

Доведен коэффициент общей полноты до 0,90, обеспечивающий максимальную грузоподъемность на ограниченных осадках (3,40 м в ВДРК и 4,20 – 4,60 м – в каспийских портах).

За счет применения полноповоротных винторулевых колонок (ВПК)

обеспечена требуемая управляемость и ходкость, увеличена длина грузовой зоны, уменьшены примерно на 20% размеры МО, сократили затраты на монтаж и предполагаемые затраты на ремонт и обслуживание.

Назначены одинаковые, по возможности, толщины стенок рамного и холостого набора и обшивки для обеспечения равной долговечности по износу (в применении к данному проекту идея получила название «принцип 9 мм»).

Спроектированы конструкции борта, днища на восприятие эксплуатационных нагрузок, большинство которых считаются до сих пор «не проектными» (контакты с гидросооружениями, грунтом и т.п.), причем в отличие от принятых ранее схем корпус пр. RST22 был в средней части полностью выполнен по продольной системе набора.

За счет рационального применения основного и рамного набора обосновано (обеспечивая требуемую местную прочность и устойчивость) сохранены толщины настилов и обшивок на уровне минимальных.

Исключен набор в грузовых танках (наружный набор верхней палубы и тронка, поперечные переборки с горизонтальными гофрами).

С целью увеличения фактической усталостной долговечности проектировать «гладкие» конструкций поясков эквивалентного бруса с минимальным количеством технологических вырезов и приварышей, использовать рационально выполненные узлы пересечения связей и плавное изменение площадей продольных связей корпуса по длине.

За счет рационального распределения балластных и сухих отсеков в двойных бортах и двойном дне получено положительное решение по требованиям Правила 25А МК МАРПОЛ 73/78 и исключена продольная переборка в ДП, тем самым снижена металлоемкость корпуса.

В связи с новыми международными требованиями перевозки растительных масел проект RST22 был создан с выполнением требований двухотсечной непотопляемости (выдерживает пробоину в любом месте по длине судна).

Новая серия судов пр. RST22 является логическим продолжением танкеров пр. 005RST01, известных как «Армады», ранее спроектированных «Морским инженерным бюро» для группы компаний «Палмали» и построенных на верфях «ADA» и «SELAN» в Тузле (Турция) в 2002 – 2006 гг. [4].

Отличительные особенности судов пр. RST22 и 005RST01 – использование в качестве единых средств движения и управления полноповоротных винторулевых колонок, отсутствие продольной переборки в ДП, применение погруж-

ных насосов, полное отсутствие набора в грузовых танках.

В сравнении с серией «Армада» танкеры нового проекта имеют усиленную морскую функцию, увеличенный на 650 т дедвейт в морских условиях и повышенную вместимость грузовых танков при сохранении своих возможностей в реке.

Суда типа «Новая Армада» полностью соответствуют новым международным требованиям для перевозки растительных масел, включая двухотсечную непотопляемость. При проектировании учтены специальные требования российских и мировых нефтяных компаний, дополнительные экологические ограничения класса Российского Морского Регистра судоходства «ЭКО ПРОЕКТ» [7].

Основные характеристики судов приведены в табл. 1.

Танкер типа «Новая Армада» представляет собой стальное однопалубное судно с минимальным надводным бортом, с двумя поворотными ВПК, с развитыми надстройками высотой 2,5 м и ящиком шириной 0,82В, простирающийся по всей длине (бак длиной 0,08L, ют длиной 0,14L и тронк между ним), без седловатости палубы, с кормовым расположением рубки и МО, с двойным дном высотой В/15 в ДП (с подъемом к бортам) и двойными бортами шириной 0,09В в грузовой зоне.

В носовой оконечности с высоким и развитым по длине баком расположены форпик, шахта лага и эхолота, шкиперская, станция гидравлики, малярная, палубная кладовая, а также носовое подруливающее устройство мощностью 230 кВт.

В кормовой оконечности судна расположены МО и развитая высокая надстройка юта. Двухъярусная кормовая рубка со служебными и жилыми помещениями для размещения экипажа численностью 12 чел. (14 мест) спроектирована с учетом обеспечения ограниченного надводного габарита судна (14,2 м при осадке 3 м).

Теоретический корпус судна имеет цилиндрическую вставку протяженностью 0,70L. Обводы судна нового проекта создавались с использованием методов вычислительной гидродинамики (CFD моделирования). Специальная форма кормовой оконечности, близкая к «санкообразной», оптимизирована под размещение ВПК.

Движение и управляемость судна обеспечиваются двумя кормовыми полноповоротными ВПК с винтами фиксированного шага диаметром 1950 мм в насадках. Привод к ВПК от главных дизелей осуществляется через механическую Z-передачу.

В грузовой зоне расположено шесть грузовых и два отстойных танка. Отказ от продольной переборки в ДП позволил уменьшить на 2,8% массу металличе-

Сравнительные характеристики танкеров смешанного река-море плавания

Основные характеристики	Проект						
	0201Л	19612	P77	621	550A	005RST01	RST22
Длина наибольшая, м	129.3	141.0	108.5	122.83	132.6	138.7	139.95
Длина между перпендикулярами L , м	123.2	139.0	105.0	117.8	128.6	132.8	134.50
Ширина B , м	16.5	16.6	14.8	14.8	16.5	16.5	16.6
Высота борта H , м	6.8	7.4	4.4	5.2	5.5	6.0	6.0
Высота тронка $h_{тр}$, м	1.1	-	-	-	-	1.1	1.0
Кубический модуль LBH , м ³	14507	17320	7066	9453	12033	13731	13939
Габаритная высота до верхней кромки несъемных частей от ОП, м	16.7	16.9	14.6	15.4	16.1	16.2	14.2
Осадка по ЛГВЛ d_m в море / d_p в реке, м	5.01/3.6	5.1/3.6	2.88/2.95	3.48/3.56	3.51/3.59	4.3/3.6	4.599/3.6
Дедвейт DWT , т:							
при $d = 2.95$ м (река)	2406	3024	2812	2814	3661	3313	3269
при $d = 3.4$ м (река)	3258	4004	-	3538	4518	4259	4224
при $d = 3.6$ м (река)	3641	4440	-	-	-	4685	4653
при $d = 4.2$ м (море)	4998	5961	-	-	-	6185	6161
при осадке d_m	6645	7970	2812	3794	4889	6407	7050
Автономность плавания в реке-море, сут	10/15	15	15	15	7	10/15	10/20
Скорость в реке-море, уз, % от МДМ	11.0/10.0 (85%)	≈11 (100%)	≈10 (100%)	≈10 (100%)	≈10 (100%)	≈11.5 (100%)	≈10.5 (85%)
Масса судна порожнем $\Delta_{пор}$, т	2780	2800	1028	1599	1575	2430	2524
Кубический модуль LBH , м ³	16854	17320	7066	9453	12033	16248	16262
Весовой показатель $\mu = \Delta_{пор} / LBH$	0,165	0.162	0,145	0.169	0.131	0,150	0,155
Дальность плавания, мили	4000	4000	3600	3600	1680	4000	4000
Объем грузовых танков, м ³	7384	8266	3222	3485	5683	7221	7833
Количество грузовых танков	10	8	8	10	8	6	6
Объем балластных танков, м ³	3645		1110	1900	2845	3592	3608
Класс	КМ ☼ ЛЗ I I A1 нефтеналивное (ОПИ)	КМ ☼ ЛЗ I I A1 нефтеналивное (ОПИ)	КМ ☼ Л4 ППСП нефтеналивное (>60°C) (ОПИ), при постройке +М-пр 2,5	КМ ☼ Л4 ППСП нефтеналивное (ОПИ), при постройке +М-СП 3,5	КМ ☼ ППСП нефтеналивное (ОПИ), при постройке +М 2,5	КМ ☼ ЛУ 1 I II A1 нефтеналивное (ОПИ)	КМ ☼ Ice 2 R1 AUT1 OMBO Oil tanker / chemical tanker type 2 (vegetable oil) (ESP) CLEAN DESIGN
Допускаемая высота волны 3%-ной обеспеченности, м	8,5	8,5	3,5	3,5	3,5	7,0	8,5
Мощность и тип ГД	1750 кВт МАК 6M25/ WAF2245	2×1320 кВт Wartsila 8L20	2×515 кВт 6NVD48A-2U	2×640 кВт 6NVD4S48A-2U	2×736 кВт 8NVI-48AU	2×1120 кВт Wartsila 6L20	2×1200 кВт Wartsila 6L20
Винторулевой комплекс	Винт в насадке + 3 руля	2 винта + 2 руля	2 винта + 2 руля	2 винта + 2 руля	2 винта + 2 руля	2 BPK «Schottel» SRP-1010FP	2 BPK «Schottel» SRP-1012FP
Вспомогательная ЭУ, кВт:							
мощность ДГ	3×220	2×350 + 150	2×100 + 50	3×100	3×100	3×240	3×292
мощность АДГ	90	100	-	50	50	120	136
Котельная установка; кол-во т/ч:							
Вспомогательные паровые котлы	2×1.6	2×2.0	-	1.0	2×1.0	2×1,5	2×2,0
Производительность утилизационных паровых котлов, т/ч	0.7	0.25	-	2×0.25		2×0,5	2×0,38
Средний расход топлива, т/сут (по результатам эксплуатации)	7.8	9.8	4.0	4.5	5.2	7.6	7.8
Тип основного топлива	HFO (260 сСт)	HFO (380 сСт)	MDO	MDO	MDO	HFO (380 сСт)	HFO (380 сСт)
Экипаж/мест, чел.	11/15	12/16	11/15	16/18	15/23	12/14	12/14

кого корпуса и сократить практически в два раза массу трубопроводов и арматуры грузовой системы. Косвенным эффектом данного решения было снижение расчетных углов крена при аварийных повреждениях, затрагивающих грузовые танки.

Главная энергетическая установка состоит из двух среднеоборотных дизелей со спецификационной максимальной длительной мощностью 1200 кВт каждый, обеспечивающих при использо-

вании 85% мощности эксплуатационную скорость в 10,5 уз. Главные двигатели работают на тяжелых сортах топлива вязкостью до 380 сСт.

Грузовая система танкера допускает одновременную работу с тремя видами нефтепродуктов, включая бензин плотностью 0,72-1,015 т/м³ без ограничения по температуре вспышки, а также растительного масла, и обеспечивает закрытый прием груза береговыми средствами с производительностью до 1200 м³/ч.

Шесть стационарных центробежных погружных насосов с взрывозащищенными электроприводами обеспечивают интенсивность выгрузки до 900 м³/ч. Регулирование работы грузовых насосов производится с расположенного на мостике пульта управления грузовыми операциями через частотные конвертеры, обеспечивающие плавное регулирование частоты вращения насосов. Это позволяет за счет снижения производительности производить

качественную зачистку танков от остатков груза по трубопроводу малого диаметра. Предусматривается также резервное управление грузовыми операциями из помещения конверторов.

Грузовая система предусматривает разделение танков на 3 группы (каждая группа для определенного сорта груза). Носовая группа включает грузовые танки №1 и №2, средняя – №3 и №4, кормовая – №5 и №6. Каждая группа танков имеет свой манифольд, обеспечивающий прием и выдачу груза на оба борта. Производительность погружных грузовых насосов обеспечивает выкачку груза за 7–8 часов в зависимости от его вязкости.

Предусматривается возможность выгрузки из каждой группы танков при выходе из строя одного насоса. Для обеспечения подтока груза к работающему грузовому насосу устанавливаются перепускные клапана с ручным управлением с главной палубы. Затворы располагаются на поперечных переборках между грузовыми танками одной группы и имеют дистанционный привод.

На судне применена трубопроводная система подогрева груза. Она обеспечивает поддержание температуры перевозимого груза во время рейса до температуры не выше 50°C (при температуре наружного воздуха 20°C). Конденсат из змеевиков отводится через конденсатоотводчики от каждой секции самостоятельно в общую магистраль конденсата в МО и далее поступает в контрольную цистерну конденсата. Предусматривается также контроль чистоты конденсата.

При эксплуатации в летний период при температуре окружающего воздуха выше 25°C в целях уменьшения испарений перевозимых нефтепродуктов и загрязнения окружающей среды предусматривается система орошения палубы тронка заборной водой. Для орошения в районе ДП по набору тронка проложена специальная магистраль с отстойками, на которых установлены распылители, обеспечивающие равномерное орошение заборной водой всей поверхности грузовой палубы. Вода для орошения подается пожарным насосом.

Для приема и удаления изолированного балласта предусмотрена специальная балластная система. Время балластировки составляет не более 7 часов. Для эксплуатации балластной системы при отрицательной температуре наружного воздуха предусматривается продувка бортовых патрубков и кингстонных ящиков сжатым воздухом и паром давлением 0,3 МПа. Управление балластными насосами и операциями по приему и сливу балласта предусматривается дистанционно с пульта управления грузо - балластными операциями. Предусматривается также управление насосами из помещения конверторов.

Откачка балласта производится через бортовые невозвратно-запорные клапаны либо в соответствии с рекомендациями ИМО для случая запрещения сброса балласта за борт в портах погрузки из-за возможного загрязнения портовых вод патогенными организмами – на береговые приемные сооружения через отливные клапана, установленные на главной палубе в средней части судна в районе грузовых манифольдов.

Система мойки грузовых танков выполнена по замкнутому циклу с очисткой промывочной жидкости путем двухступенчатого проточного отстоя в танках промывочной воды. Для работы системы установлен центробежный погружной насос производительностью 80 м³/ч и 14 стационарных моечных машин (по две в каждом танке) по 15 м³/ч, а также четыре переносных комплекта по 10 м³/ч каждый. Система обеспечивает последовательную мойку каждого грузового танка. Сброс промывочных вод из отстойного танка предусматривается насосом отстойного танка в районах разрешенного сброса через систему автоматического замера, регистрации и управления сбросом (САЗРИУС) или через манифольд отстойного танка на берег. Предусмотрена возможность применения береговых средств с одновременной мойкой всех танков и откачкой промывочной воды судовыми грузовыми насосами через манифольды в береговые очистные сооружения.

Участки палубы в районе манифольдов оборудованы ограждениями для сбора возможных утечек нефтепродуктов и удаления их ручным насосом в отстойный танк по отдельному трубопроводу. Вся палуба в районе грузовой зоны огорожена комингсом, предотвращающим разлив нефтепродуктов.

Управление судном, главной энергетической установкой, ВРК и подруливающим устройством, радионавигационными средствами и др. осуществляется из центрального объединенного пульта управления в рулевой рубке.

Проведенные ходовые испытания показали исключительную маневренность судна и хорошие ходовые качества (в балласте скорость переднего хода при использовании 100% максимальной длительной мощности 12,0 уз, скорость заднего хода – 9,0 уз).

Несмотря на свои габариты и значительный коэффициент общей полноты, суда хорошо управлялись в стесненных условиях ВДСК, сократив продолжительность кругового рейса Волгоград–Керчь в среднем на 7–9% по сравнению с существующими судами, осуществляя перевозки большего количества груза, чем суда пр. Р77 и 621 и без потерь ходового времени на морском участке (в ожидании благоприятного прогноза),

как суда пр. 550А, имеющие наименьший из всех рассмотренных стандарт общей прочности.

Обоснованно выбранная мощность главных двигателей и развитые надстройки бака и юта обеспечили мореходность в условиях волнения с высотой волны 3% обеспеченности 7,0 м. Потеря скорости в таких условиях не превышала 0,8–1,2 уз. Таким образом, была решена известная проблема несбалансированности корпусов судов смешанного плавания в отношении прочностных и мореходных качеств.

Результаты эксплуатации первых пяти судов серии «Новая Армада», построенных на нижегородском судостроительном заводе «Красное Сормово» (в дополнении к построенным ранее десяти судам серии «Армада») полностью подтвердили принятые при разработке концепции новые решения, что позволило заказчику приступить к постройке еще десяти танкеров третьей серии (проект RST22М).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что основные характеристики танкера-продуктовоза-химовоза класса «Волго-Дон макс» определяются путевыми условиями ВДСК и Волго-Каспийского канала (габаритная длина – 140 м, габаритная ширина – 16,8 м, осадка – в пределах 3,60 – 4,60 м), а также ветро-волновыми условиями морской эксплуатации (I или II ограниченный) и ледовыми условиями Азовского моря (Ice1 – Ice2).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Егоров Г.В.* Проектирование судов ограниченных районов плавания на основании теории риска. – СПб.: Судостроение, 2007. – 384 с.
2. *Он же.* Определение главных размеров судов ограниченных районов плавания на основе анализа путевых условий // Вестник ОНМУ. – 2007. – Вып. 22. – С. 20–39.
3. *Егоров Г.В., Ильницкий И.А.* Многоцелевые сухогрузные суда дедвейтом 7000 т для Каспийского моря // Вестник ОНМУ. – 2008. – Вып. 24. – С. 137–164.
4. *Егоров Г.В., Исупов Ю.И.* Танкер смешанного плавания «река-море» типа «Армада Лидер» дедвейтом 6440 тонн с винто-рулевыми колонками // Судостроение. – 2004. – № 2. – С. 9–14.
5. Обоснование повышенных требований Регистра к судам со знаками ЭКО и ЭКО ПРОЕКТ в символе класса / *В.И. Евенко, Г.В. Егоров, А.А. Сергеев, В.В. Гришкин.* – Науч.-техн. сб. Российского Морского Регистра судоходства. – 2007. – Вып. 30. – С. 191–207. ■

Согласно независимым исследованиям, в ближайшие четыре года индустрия морского бурения вырастет более чем на 40%. Многоцелевые суда обеспечения, такие как «Голубой гигант», оказывают важные услуги в этой области.

Огромные глубоководные месторождения были открыты в ряде регионов – Бразилии, Западной Африке и Мексиканском заливе. Нефтяные компании делают значительную ставку на увеличение количества разрабатываемых нефтяных и газовых скважин на глубоководных участках. Таким образом, в ближайшее время существенно увеличится спрос на все виды оборудования, предназначенного для бурения,

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА

Кристоф Витте, руководитель Департамента специальных проектов компании «Germanischer Lloyd»,
контакт. тел. (812) 3468277

работы. Ведущие операторы начали обновлять свой флот судов обеспечения шельфовых операций, который насчитывает более 2600 ед. в мире, еще 700 планируется построить в течение следующих четырех лет. Это свидетельствует о том, что данный сектор судостроения – один из наиболее развивающихся.

стве, а также техническом обслуживании нефтегазовых платформ.

Спроектированный для транспортировки как морских грузов, так и грузов «с колес на колеса», «Голубой гигант» способен осуществлять погрузку-разгрузку объектов весом до 5000 т в зависимости от размеров отдельной позиции. Осна-



КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ

- Нефтяные компании значительно увеличили количество разрабатываемых нефтяных и газовых скважин на глубоководных участках.
- Таким образом, в ближайшее время существенно увеличится спрос на оборудование.
- Многоцелевые суда, такие как «Голубой гигант», оказывают важные услуги.
- «GL» классифицирует суда.

ния нефтяных и газовых разведочных и эксплуатационных скважин.

В 2008 г. около 35 буровых платформ были поставлены азиатскими и ближневосточными судовладельцами, вследствие чего возник высокий спрос на суда большой грузоподъемности для перевозки буровых платформ к новым местам их

В него входят подводные строительные суда, установки большой грузоподъемности, трубоукладчики, суда обеспечения водолазных операций, топографических подразделений, для внутри-скважинных работ, траншекопатели и многоцелевые суда обеспечения.

Примером многоцелевого судна обеспечения является недавно построенный «Голубой гигант», второй из четырех судов для перевозки тяжелых грузов, преимущества которого – высокая многосторонность и гибкость при выполнении работ на море. Это судно было построено на судоверфи «Ллойд» в Германии для помощи при строитель-

ственное автономной системой подачи энергии и воды судно предназначено для предоставления специализированных услуг. На нем имеются помещения для 197 человек группы технического обслуживания буровой вышки и 23 членов судовой команды.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ИЛИ МНОГОЦЕЛЕВОЙ?

Суда для перевозки тяжелых грузов широко используются в нефтедобыче на шельфе, оказывая необходимую поддержку во всех видах работ, от вспомогательных программ разведывательных работ до установки нефтепромыслового

оборудования на морском дне и ремонт старых систем. Суда для перевозки тяжелых грузов могут быть построены как **многоцелевые** – для выполнения широкого спектра работ, так и **специализированные** – для выполнения специальных работ.

ВЕРФЬ «ЛЛОЙД» находится в г. Бремерхафен на побережье Северного моря Германии. Опыт работы компании по ремонту, модификации, модернизации судов любого размера насчитывает более 100 лет.

Общая длина многофункционального «Голубого гиганта» – 172,5 м, ширина – 25,4 м, валовая вместимость – 17 341 т; используется 20 перекрытий межпалубного пространства понтонового типа для разделения трюма по высоте 6 или 4,7 м. Главная палуба усилена для удержания нагрузки в 16 т/м², а доковые блоки по ДП могут выдержать нагрузку в 150 т. Кроме того, «Голубой гигант» может слу-

имеет на борту систему динамического позиционирования судна DP2, которая автоматически контролирует положение судна и курс при помощи винтов и поворотных движителей. Компания «Germanischer Lloyd» («GL»), которая классифицировала это судно, сравнительно недавно расширила свои экспертные знания в области динамического позиционирования.

«ГОЛУБОЙ ГИГАНТ»

В начале апреля 2009 г. к компании «GL» присоединился «Noble Denton», британская компания, предоставляющая широкий спектр услуг в области морского бурения, включая доставку и установку строительных и вспомогательных судов.

Одиннадцатитонное двухпалубное судно «Голубой гигант» принадлежит компании «Dockship II ApS», дочернему предприятию, 100 % акций которого принадлежат компании «Combi Dock A/S», совместному предприятию германской компании «Harren & Partner» и датской компании «J. Poulsen Shipping A/S». «Combi Lift» зафрахтовал судно

владельцев «Голубого гиганта» и особенно отметил их «техническую компетентность, предпринимательскую жилку и смелость при выводе такого специализированного проекта на международный рынок». Это судно-док имеет сразу двух крестных матерей: Берг Фельстад и Патрицию Дюранд, работающих в «Blue Marine Technology», одной из быстрорастущих компаний шельфового бурения в латиноамериканском регионе. Благодаря их фрахту, верфь «Ллойд» переделала это судно в более современное, динамически позиционированное морское судно обеспечения.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ УСЛУГИ

«GL» ведет надзор за судами в работе, готовит согласованные чертежи для новых конструкций и сертифицирует материалы и детали в более чем 200 точках 80 стран. Вначале компания была известна как специалист по контейнерным перевозкам, сейчас «GL» расширил сферу своей деятельности.

Суда обеспечения для транспортировки больших грузов – еще одна сфера деятельности морских подразделений компании «GL».

Более 50 судов для перевозки тяжелых грузов классифицированы компанией «GL» и 30 на данный момент находятся в регистре заказов. Кроме того, 920 понтонов зарегистрированы в классе «GL» и еще 77 ждут своей очереди. Помимо надзора за судами в эксплуатации или судами, находящимися на стадии строительства, «GL» постоянно совершенствует свой класс и дополняет правила постройки судов в данной конкретной сфере деятельности.



«ГОЛУБОЙ ГИГАНТ» служит для строительства и технического обслуживания нефтегазовых платформ

жить в качестве сухого дока для судов до 130 м длиной.

Многоцелевые суда зачастую схожи по размерам с большими якорезаводчиками, но они могут быть смонтированы модернизированным краном, установленным на палубе для выполнения подводного строительства и вспомогательных работ водолазов. Таким образом, «Голубой гигант», который способен выполнять проверку и ремонт платформы, поддержку и плановый ремонт при выполнении водолазных работ, а также ремонт подводных трубопроводов, укомплектован тремя электрогидравлическими кранами грузоподъемностью отдельного грузового места до 350 т и сдвоенного 700 т. Кроме того, судно

на пять лет для мексиканской компании «Blue Marine Technology», которая занимается техническим обслуживанием и развитием мексиканской промышленности по добыче нефти, залегающей под морским дном, и которая арендовала это судно для перевозки тяжелого оборудования с берега к морским платформам, а также для вспомогательных работ по строительству, проводимому компанией «Remex».

В прошлом году член правления «GL» Герман Дж. Кляйн поздравил

СУДА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ БОЛЬШИХ ГРУЗОВ – это сфера деятельности морских подразделений компании «GL», которая постоянно совершенствует свой класс и правила постройки судов.

«GL» также классифицирует другие вспомогательные суда, в том числе самоподъемные и суда обеспечения всех размеров. Для всех судов существует ряд дополнительных обозначений класса, которые выделяют и указывают на различия в предназначении каждого из них, к примеру, в отношении требований к пожарной безопасности, глобальному позиционированию или они «оборудованы для использования в агрессивной среде». Благодаря этому, их особенности и различия в функциональных возможностях можно легко определить. ■

ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ НПО

Официально НПО «Аврора» как организация с таким наименованием ведет отсчет своей деятельности с 18 марта 1970 г., когда приказом Министерства судостроительной промышленности СССР № 0147 оно было создано. Однако фактическое становление и развитие коллектива объединения началось раньше. Уже в конце Великой Отечественной войны и в первые послевоенные годы стала очевидной необходимость автоматизации процессов управления кораблями и установленным на них оборудованием. В этой связи в конце 1945 г. приказом наркома судостроительной промышленности в ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова был создан отдел автоматического регулирования корабельных энергетических установок. По мере расширения сферы автоматизации на новые объекты, необходимости решения новых задач развивались и совершенствовались организационные формы нового технического направления.

С началом работ по созданию атомных энергетических установок в ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова был образован отдел их автоматизации. Для целей автоматизации средств управления движением туда был переведен коллектив специалистов из НИИ-49.

Для проведения работ по автоматизации таких технических средств, как энергетические установки, электроэнергетические, общекорабельные и общесудовые системы, средства управления движением, в ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова были созданы два отделения. Работы возглавил О. П. Демченко.

Одновременно работы по автоматизации развивались в других организациях. С 1961 г. в КБ морской автоматики «Секстан» проводились работы по автоматизации технических систем (ТС) ПЛА 2-го поколения и систем предстартовой подготовки крылатых ракет. Созданное в 1964 г. ЦКБ «Луч» занималось автоматизацией надводных кораблей, гражданских судов, участвовало в автоматизации ПЛ 1-го и 2-го поколений.

С целью координации работ по автоматизации ТС кораблей и судов на базе двух отделений ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова, КБ «Секстан» и его завода был создан ЦНИИ корабельной автоматики «Аврора». Директором института был назначен В.И. Шаменков.



СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ «АВРОРА»

К. Ю. Шилов, д-р техн. наук, генеральный директор,
В. В. Войтецкий, д-р техн. наук, проф., первый зам. генерального директора-директор института, ОАО «Концерн «НПО «Аврора»,
контакт. тел. (812) 2972311

С целью обеспечения полного цикла работ по созданию систем автоматизации ТС в 1970 г. на базе ЦНИИ «Аврора», завода «Аврора» и завода «Нептун» (г. Ставрополь) было создано Научно-производственное объединение «Аврора», к которому в 1971 г. присоединены ЦКБ «Луч» и завод «Варяг» (г. Владивосток).

Генеральным директором в 1971 г. был назначен О.П. Демченко.



С 1983 г. генеральным директором стал В.В. Войтецкий.



За это время расширилась тематика работ. Созданное в Москве подразделение «НИО-М» занялось автоматизацией ядерных реакторов, а организованное в НПО подразделение разрабатывает автоматизированные системы боевого управления.

В результате проводившихся в стране преобразований часть заводов была выведена из состава НПО.

В настоящее время нашей организационной формой является ОАО «Кон-

церн «НПО «Аврора», способное вести весь комплекс работ от исследований до поставки систем управления и сервисного обслуживания. Генеральным директором является К.Ю.Шилов.



ОСНОВНЫЕ ВЫПОЛНЕННЫЕ РАБОТЫ

За время, прошедшее с начала работ по созданию систем управления для кораблей и судов, предприятием осуществлена автоматизация всего атомного военного и гражданского флота страны, основных кораблей ВМФ, около 300 гражданских судов. Началом послужило создание систем управления горением топлива в котлах регулирования давления воздуха перед форсунками, уровня воды и давления пара в коллекторе котла, давления в магистралях. Системы устанавливали на эсминцах пр. 41, 56, 56бис, сторожевых кораблях пр. 50, ракетных крейсерах пр. 58 («Грозный», «Варяг»), больших противолодочных крейсерах-вертолетоносцах пр. 1123 («Москва», «Ленинград»), тяжелых ракетно-авианесущих крейсерах пр. 1143 («Адмирал Горшков», «Адмирал Кузнецов»).

На базе аналогичной аппаратуры началась автоматизация гражданских судов-сухогрузов и танкеров («Ленинский комсомол» и др.).

Таким образом, была осуществлена автоматизация главных энергетических паротурбинных установок всех строившихся в период 50–60-х гг. прошлого столетия кораблей и морских судов.

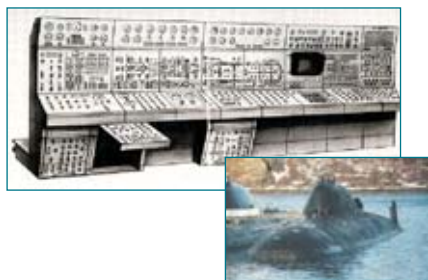
Дальнейшее развитие систем автоматизации надводных кораблей связано с широким использованием новых видов главных энергетических установок: быстроходных дизелей, газовых турбин и комбинированных дизель-газотурбинных установок. Для этих кораблей были созданы системы управления с использованием пневматической, электропневматической и электрической элементной базы.

Пятидесятые годы XX столетия явились в стране началом новой эпохи в судостроении – использования на кораблях и судах атомных энергетических установок. В ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова начато проектирование систем регулирования теплообмена для установок водоводяного типа и с жидкометаллическим теплоносителем. Их отработка осуществлялась на натурном стенде в г. Обнинске. Первое внедрение такой системы осуществлено на ПЛ пр. 627 («Ленинский комсомол»). Затем подобными системами были оснащены ряд других ПЛ 1-го поколения, самоходная атомная электростанция, атомный ледокол «Ленин».

Для АПЛ 2-го поколения выявилась необходимость дальнейшего повышения уровня автоматизации. Была проведена централизация управления паропроизводящей и паротурбинной установок. В состав централизованной системы управления ГЭУ были включены система управления и защиты реактора (СУЗ) разработки НПО «Агат» и система регулирования ГТЗА разработки ленинградского Кировского завода. Для этих АПЛ разрабатывались системы управления электроэнергетических и общекорабельных систем.

Высокие скорости движения АПЛ 1-го и 2-го поколений потребовали создания систем управления движением по глубине и курсу. Это было выполнено коллективом сотрудников НИИ-49, которые затем вошли в состав одного из отделений ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова.

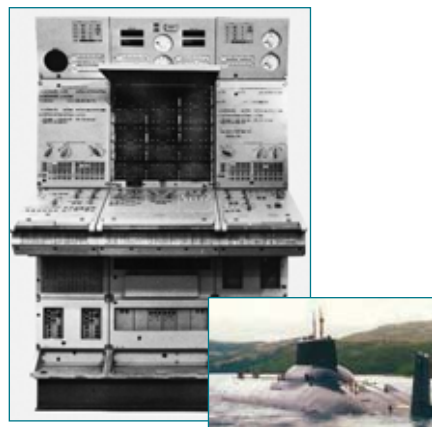
Принципиальным этапом в развитии корабельных систем управления стал переход к комплексной автоматизации технических средств (КСУ ТС) корабля в целом. Впервые это было реализовано в КСУ ТС «Ритм» для быстроходной



с малым экипажем ПЛ пр. 705. При ее создании были решены задачи структурного построения КСУ ТС, состава и функций, входящих в нее систем, цент-

рализованного контроля, централизованного электропитания и др. Принятые в КСУ ТС «Ритм» технические решения были использованы КБ «Секстан» при разработке аналогичной системы «Ритм-200» для ПЛ пр. 705-К, в которой в качестве основной элементной базы были использованы малогабаритные реле.

Развитием работ по комплексной автоматизации технических средств явилось создание КСУ ТС для АПЛ 3-го поколения – КСУ ТС типа «Сталь». По



составу входящих в КСУ ТС систем и распределению между ними функций они были близки КСУ ТС типа «Ритм». Системы были построены в основном на релейно-контактной элементной базе. Они обеспечили автоматизацию АПЛ пр. 685, 949, 941, 945, 971.

Развитие средств автоматизации – микропроцессоров, сетей обмена данными, операционных систем реального времени и др., – позволило перейти к созданию принципиально нового типа систем – КСУ ТС 4-го поколения. Эти КСУ ТС представляют собой многофункциональные распределенные, многоуровневые с иерархической структурой системы. Реализация принципов построения КСУ ТС IV поколения применительно к АПЛ осуществлена в перспективных системах типа «Булат».

Прогрессивные тенденции структурного построения, аппаратной реализации применялись и применяются при решении задач автоматизации надводных кораблей. Это касается тяжелых атомных ракетных крейсеров «Адмирал Ушаков», «Адмирал Лазарев», «Адмирал Нахимов», «Петр Великий»,



кораблей Северного ПКБ и ЦМКБ «Алмаз»,



в настоящее время КСУ ТС «Фрегат-56»,



КСУ ТС типа «Фауна», атомных ледоколов.



Самостоятельным видом кораблей, задачу автоматизации которых решал коллектив предприятия, являются неатомные ПЛ. Созданы системы управления дизель-электрической установкой, общекорабельными системами, средствами управления движением. В последнее время ПЛ такого типа оснащаются автоматизированными системами боевого управления типа «Лама» и более совершенными системами управления маневрированием («Пирит-М»), общекорабельными системами («Палладий-М»). Последний этап эволюции систем управления для неатомных ПЛ – интегрированная система КАС «Литий», реализующая в своем составе функции управления техническими средствами и боевого управления.

Важное значение для эффективной и безаварийной эксплуатации кораблей и судов имеет подготовка личного состава. Поэтому руководство предприятия уделяло и уделяет серьезное внимание созданию средств обучения – тренажеров. Они создавались и создаются на протя-

жении многих лет для вновь проектируемых кораблей. Для имитации аппаратуры систем управления используются модели и устройства реальных систем, для имитации свойств объектов управления – электронные модели, вначале аналоговые, в последнее время цифровые.

Приобретенный опыт автоматизации корабельного и судового оборудования позволяет предприятию выполнять работы применительно к объектам других отраслей, в том числе промышленной энергетики, нефтегазодобычи, железнодорожному транспорту (скоростному электропоезду).

На протяжении ряда лет в НПО велись работы по созданию медицинской аппаратуры.

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ, ПОЛУЧИВШИЕ РАЗВИТИЕ В НПО

Естественно, что задача создания новых систем и средств автоматизации потребовала постановки и развития ряда научных направлений, проведения аналитических и экспериментальных исследовательских работ. К их числу можно отнести:

- исследование статических и динамических характеристик объектов управления, их моделирование с целью обеспечения устойчивости, быстродействия и других необходимых показателей автоматизированных систем;
- выбор и обоснование рациональных структур систем управления, вопросов централизации и интеграции систем;



– разработка программного обеспечения аппаратуры, реализованной на средствах вычислительной техники. Для создания системы программирования ПЛУ было разработано внешнее математическое обеспечение (кросс-система), реализованное на универсальной (технологической) ЭВМ. С переходом к использованию ЭВМ в составе систем управления был проведен большой комплекс работ:

- по созданию операционной системы собственной разработки. В дальнейшем был осуществлен переход к использованию специализированных операционных систем. Для разработки функциональных программ осуществлено внедрение языков высокого уровня и САПР;
- методы обеспечения электропитанием систем управления;

– обеспечение электромагнитной совместимости систем управления.

Первоначально экспериментальная оценка производилась путем воздействия на измерительные каналы сильно-точного кабеля, проложенного рядом с этими каналами. В дальнейшем был проведен большой комплекс испытаний на эксплуатируемых заказах по определению реальных значений помех нормального и общего вида. На основе измеренных величин были установлены их нормативные значения, которые используются до настоящего времени. Были разработаны:

- методики экспериментальных проверок электромагнитной совместимости систем;
- методы расчета надежности систем и приборов, состава необходимогоЗИП;
- методы анализа живучести систем управления;
- эргономическое обеспечение систем управления. Работы были развернуты под названием «инженерно-психологические исследования», поскольку термин «эргономика» появился позже. Разработаны и внедрены аналитические и экспериментальные методы оценки загрузки операторов, способности их справляться с управлением объектами на различных режимах работы оборудования и в различных ситуациях;

– системы автоматизированного проектирования (САПР). Значительная трудоемкость работ по созданию сложных автоматизированных систем потребовала исследования и разработки методов автоматизированного проектирования. В результате был разработан ряд программ САПР. Эти САПР касались таких видов работ как разработка рабочих чертежей пультов, приборов, модулей, плат печатных, электромонтажа, разработка схем, текстовых документов, разработка технологических процессов. Создан ряд баз данных;

– информатизация процессов управления, проектирования и производства. Создано единое информационное пространство НПО. С этой целью территориально распределенные подразделения НПО объединены единой корпоративной сетью. Создан электронный архив предприятия;

– разработка методов технико-экономических оценок, нормативов трудоемкости. Эти работы позволили обоснованно определять трудоемкости предстоящих работ, оценивать пути сокращения затрат.

Подводя итог деятельности предприятия за несколько десятилетий его существования в различных организационных формах, можно констатировать, что с «нуля» создана мощная организация, вносящая и вносящая большой науч-

ный, технический и производственный вклад в обеспечение флота современными системами автоматизации.

Подтверждением высокого научного уровня организации является эффективная работа Научно-технического совета, наличие Советов по присуждению ученых степеней, систематическое издание сборников научных трудов, присвоение сотрудникам предприятия почетных званий, в том числе лауреатов Государственной премии. Сотрудники предприятия повышают квалификацию в аспирантуре, публикуют статьи в научных журналах, выпускают монографии.

Обладая серьезным научным и производственным потенциалом концерн способен решать принципиально новые, еще более сложные и ответственные задачи, поставленные Президентом РФ в провозглашенном курсе на модернизацию экономики. Для нас это означает:

- повышение производительности труда;
- обеспечение конкурентоспособности продукции по цене и качеству;



– развитие кроме автоматизации кораблей ВМФ также других традиционных направлений деятельности, в частности автоматизации гражданского флота, автоматизации нефтегазодобычи и освоение новых направлений;

- тщательная отработка принимаемых технических решений, гарантирующая высокое качество продукции;
- выход на международный рынок с конкурентоспособной продукцией;
- обеспечение сервисного обслуживания поставляемых изделий на современном уровне;
- дальнейшая компьютеризация всех этапов создания систем;
- варианты проработки на начальной стадии проектирования с целью выбора оптимальных;
- проведение экономических оценок предстоящих затрат на предмет соответствия располагаемым ресурсам;
- освоение выпуска технической документации согласно современным требованиям (интерактивная форма, каталогизация).

Коллектив концерна, располагающий богатым опытом и потенциалом, безусловно, способен превратить его в одно из передовых предприятий страны. ■

Правительством РФ принят ряд программ, направленных на развитие отечественного судостроения, важное место среди которых занимают программы создания отечественных автоматизированных систем управления техническими средствами и технологическими процессами судов (АСУ ТП).

ОАО «Концерн «НПО «Аврора», имея давние традиции в области автоматизации судов и кораблей, активно включился в выполнение указанных программ. При этом предприятие позиционирует себя на рынке гражданского судостроения в качестве системного интегратора АСУ ТП.

Основным требованием создания современных АСУ ТП является их конкурентоспособность, а одним из направлений обеспечения конкурентоспособности – создание базовых систем и приборов управления на современной унифицированной элементной и конструктивной базе.

Создание базовой АСУ ТП представляет собой достаточно сложную задачу, поскольку существует большое многообразие типов судов, отличающихся по своему назначению и району плавания, по водоизмещению, ходовым и маневренным характеристикам, по типам и характеристикам технических средств. Вместе с тем, рассматривая подсистемы, входящие в АСУ ТП, по назначению, функциям, требованиям к управлению, составу и характеристикам технических средств, можно создать базовые системы и типовые приборы управления, на основе которых будет формироваться АСУ ТП для различных по назначению и характеристикам судов. Основными подсистемами АСУ ТП являются интегрированные системы:

- автоматического управления движением и динамическим позиционированием (ИСУД), включающая системы управления главной энергетической установкой (ГЭУ), движительно-рулевым комплексом (ДРК) и вспомогательными средствами маневрирования (ВСМ);
- управления техническими средствами судна (ИСУ ТС), включающая систему управления электроэнергетической установкой судна, системы управления вспомогательными механизмами и общесудовыми системами;
- обеспечения живучести и безопасности судна, в том числе системы пожарной безопасности и обеспечения плавучести и непотопляемости судна в аварийных ситуациях;
- погрузочно-разгрузочных работ и управления палубными механизмами.

В настоящей статье рассмотрена интегрированная система автоматического управления движением и динамическим позиционированием судов (ИСУД). Ее основными функциями ИСУД являются:

- 1) управление судном при движении на прямом курсе или по заданному маршруту (линии заданного пути);
- 2) управление судном при динамическом позиционировании в заданном районе или точке в условиях интенсивного волнения моря при действии шкального ветра и течения [1];
- 3) безопасное управление судном в условиях интенсивного судоходства, навигационных опасностей и ограничений;
- 4) повороты судна с заданными радиусами или угловыми скоростями;
- 5) раздельное и координированное управление техническими средствами движения в режимах «автомат», «следающее» и «простое» (кнопочное);
- 6) адаптация управления к изменяющимся внешним воздействиям и к изменяющейся мощности энергетической установки;

БАЗОВЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ И ДИНАМИЧЕСКИМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕМ СУДОВ

К. Ю. Шилов, д-р техн. наук, генеральный директор,
Ю.Н. Черныш, канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник, директор производства гражданской морской техники,
Ю.Н. Ляпин, канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник,
ОАО «Концерн «НПО «Аврора»,
контакт. тел. (812) 2972311

7) минимизация и ограничение используемой мощности управления;

8) предупреждение перегрузок энергетической установки;

9) аварийно-предупредительная сигнализация;

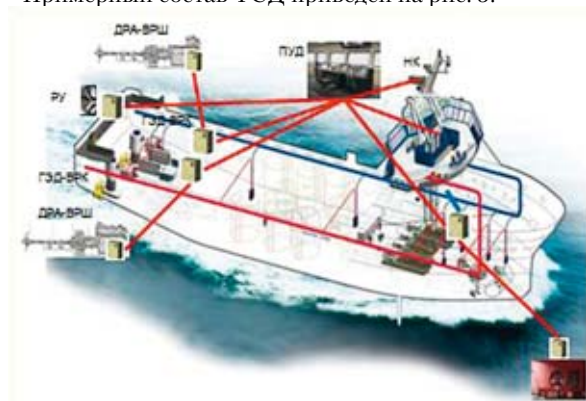
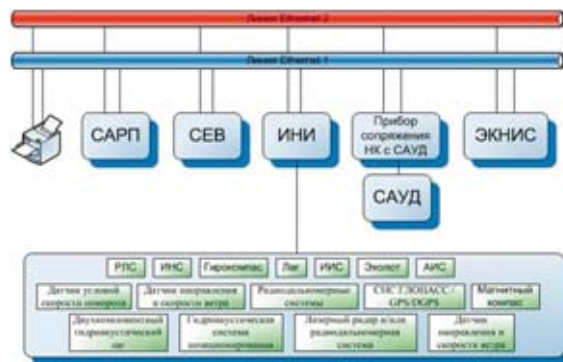
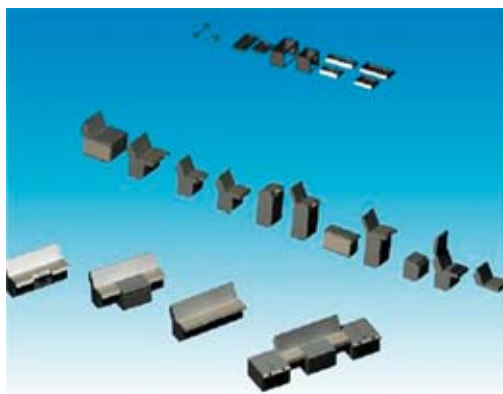
10) информационная поддержка судоводителя.

Ядро ИСУД – центральный блок управления (ЦБУ), расположенный в пульте управления движением (ПУД) или в специальном приборе. ЦБУ должен обеспечивать:

- прием информации из навигационного комплекса;
- фильтрацию и восстановление измеряемых и недостающих параметров движения судна;
- формирование сигналов отклонения фактических параметров от программных значений, полученных из навигационного комплекса;
- формирование расчетных значений управляющего момента, продольной и боковой сил, а также необходимой мощности управления на основе прогнозирования движения судна с использованием математических моделей динамики управляемого движения и с учетом внешних возмущающих воздействий на судно;
- расчет и выбор оптимальных вариантов распределения мощности управления между техническими средствами движения (ТСД) с учетом их состояния и располагаемой мощности [2];
- передачу в приборы управления ТСД расчетных значений необходимой мощности и координат управляющих воздействий;
- прием из приборов управления информации о состоянии, параметрах и располагаемой мощности ТСД;
- формирование аварийно-предупредительной информации и передачу ее в систему АПС;
- архивирование параметров движения судна и ТСД.

Пульт управления (рис. 1, 2) обеспечивает информационную поддержку судоводителя посредством обработки информации, принимаемой из навигационного комплекса, и представления ее на мониторе в удобном для судоводителя виде. На пульте управления также установлены органы управления ТСД, обеспечивающие задание режимов и параметров движения судна и управление его движением и динамическим позиционированием при ручном «следающем» и «простом» управлении техническими средствами движения.

Для создания пультов управления в ОАО «Концерн «НПО «Аврора» разработан универсальный конструктив пультовых секций, отличительным признаком которого яв-



Большинство проектируемых и строящихся судов в настоящее время оснащаются зарубежными двигательно-движительными установками производства компаний «Вяртсиля» (Финляндия), «МТУ» (Германия), «МАН» (Германия), «Катерпиллер» (США), «Роллс-Ройс» (США) и др. Все указанные установки оборудованы локальными системами управления (ЛСУ) и регуляторами частоты вращения, сопряжение с которыми может осуществляться посредством различных каналов последовательного обмена данными с интерфейсами CAN, RS485 или Ethernet, посредством токовых (4–20мА) или потенциальных (0–10В) сигналов, а также посредством цифровых сигналов в виде «сухих» контактов.

Для охвата всего множества типов установок различных производителей и создания базовой ИСУД необходим унифицированный базовый комплект приборов сопряжения с ЛСУ этих установок в составе приборов управления комплексами: «ДРА-ВРШ»; «ДРА-ВРК»; «ГЭД-ВРК»; «ДРА-ВД», а также прибора управления рулевым устройством.

Приборы управления должны обеспечивать:

- прием из БЦУ расчетных значений необходимой мощности ТСД и координат управляющих воздействий;
- прием из ЛСУ сигналов о состоянии и параметрах ТСД;
- формирование сигналов управления мощностью ЭУ, положением и упором движительно-рулевого комплекса с учетом требуемой и располагаемой мощности ЭУ и фактического состояния ТСД;

синхронизацию работы ЭУ и движительно-рулевого комплекса:

формирование информации о состоянии и параметрах ТСД, а также аварийно-предупредительных сигналов и передачу их в БЦУ.

Сопряжение приборов управления (рис. 6) с ЛСУ ТСД должно осуществляться по указанным выше интерфейсам с протоколами поставщиков оборудования.



Рис. 6. Внешний вид прибора управления

Периферийные приборы выполнены в конструктиве компании Rittal. В периферийных приборах управления, БЦУ и ПУД устанавливаются типовые системные блоки (рис. 7), реализованные на модулях компании «Компонент АСУ», входящей в ОАО «Концерн НПО «Аврора».



Рис. 7. Системный блок

Таким образом, на основе типовых секций пульта управления движением и динамическим позиционированием, типовых блоков и приборов управления может быть создана

ИСУД для судов различного назначения. Так, например, на рис. 8 представлена структурная схема ИСУД для судна с двухвальной дизель-редукторной установкой с ВРШ, рулевым и подруливающим устройствами. В состав ИСУД входят пульт управления движением; приборы управления комплексом «ДРА-ВРШ»; прибор управления ПУ.

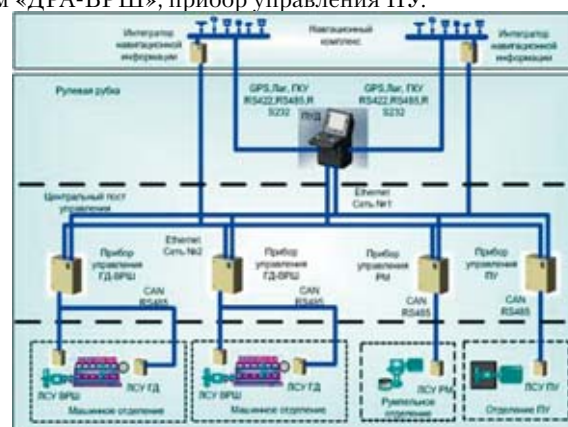


Рис. 8. Структура ИСУД с дизельной энергетической установкой

Структурная схема ИСУД (рис. 9) для судна с двухвальной гребной электрической установкой с ВРК и подруливающими устройствами включает пульта управления движением и динамическим позиционированием, приборы управления комплексом «ГЭД-ВРК», прибор управления ПУ. ИСУД удовлетворяет требованиям DYNPOS 2.

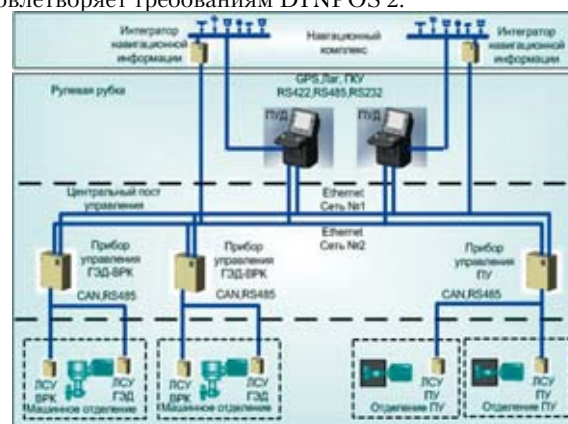


Рис. 9. Структура ИСУД судна с гребной электрической установкой

Как видно из приведенных примеров, базовый комплект приборов позволяет обеспечить автоматизацию процессов управления движением и динамическим позиционированием судов различного назначения с различным составом технических средств. При этом он обеспечивает сопряжение систем с навигационным оборудованием посредством интегратора навигационной информации (прибора сопряжения) и техническими средствами движения различных поставщиков посредством соответствующих приборов управления, что создает предпосылки для внедрения его на различных судах.

Пульты управления должны проектироваться под каждый конкретный проект судна и могут встраиваться в интегрированные пульты в рулевой рубке.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Болховитинов В.К., Корчанов В.М., Ляпин В.И.* К созданию систем динамической стабилизации и координированного маневрирования кораблей» // Системы управления и обработки информации: научн.-техн.сб. /ФНПЦ «НПО «Аврора» – 2007. – Вып. 13.
2. *Черныш Ю.Н., Прикот А.С. и др.* Способ и система управления многодвигательной силовой установкой транспортного средства. – Патент № 2369522, 2009. ■

В прошедшем 2009 г., на который пришелся пик мирового экономического кризиса, ОАО «ЭлектоРадиоАвтоматика» сумело не только остаться на плаву, но и увеличить объем производства на 70 % по отношению к 2008 г.

Продолжалось развитие производственной базы. Мы изыскивали ресурсы для завершения строительства второй очереди административно-производственного и складского комплекса в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга (ул. Партизанская, д. 27). В настоящее время комплекс принят комиссией, от службы Госстройнадзора и экспертизы Санкт-Петербурга получено разрешение на его ввод в эксплуатацию. Благодаря этому предприятие дополнительно получило более 10 тыс. м² закрытых площадей, оборудованных всеми системами инженерного обеспечения. На вновь введенных площадях разместились склады, производственные участки по предмонтажной подготовке судового кабеля, изготовлению изделий электрослесарного насыщения, щитового производства, транспортное хозяйство, комфортные административные и бытовые помещения.

К этому следует добавить и 3,5 тыс. м² открытой площадки, оснащенной стеллажами и эстакадами



развернуться, наращивать объемы производства.

Сдача нового комплекса в эксплуатацию более чем своевременна – программа на 2010 г. насыщенная, планируется дальнейший рост объемов работ. В августе 2009 г. предприятие выиграло проводившийся ОАО «Балтийский завод» тендер на участие в

КРИЗИС ДЕЛУ НЕ ПОМЕХА

В.С.Татарский, генеральный директор ОАО «ЭлектрoРадиоАвтоматика»,
контакт. тел. (812) 5713919

реентов, представили реальные, обоснованные предложения по выполнению работ на ПЭБе.

Устроителем тендера, несомненно, был по достоинству оценен и огромный опыт, накопленный предприятием по строительству на «Балтийском заводе» заказов с ядерными энергетическими установками, в частности, атомных ледоколов «Арктика» (1974 г.), «Сибирь» (1977 г.), «Россия» (1985 г.), «Советский Союз» (1989 г.), «Таймыр» (1989 г.), «Вайгач» (1990 г.), «Ямал» (1992 г.), «50 лет Победы» (2007 г.). В результате заключен многомиллионный контракт на выполнение ОАО «ЭлектрoРадиоАвтоматика» комплекса работ – участие в проектировании электрочасти заказа, поставке сотен единиц электрооборудования, около 800 км кабеля, электромонтажных и регулировочно-сдаточных работ.

Наше предприятие, понимая высокую степень ответственности перед заказчиками, уверенно вступает в 2010 г.



«Кабельное поле» нового комплекса

для временного хранения кабельных барабанов – «кабельных полей», как их принято называть у электромонтажников. Одним словом, есть где

строительстве плавучего энергоблока пр. 20870. Мы, не прибегая к приемам демпинговой политики, столь характерной для некоторых наших конку-

и готово делом в очередной раз подтвердить: ОАО «ЭлектрoРадиоАвтоматика» – надежный партнер, проверенный годами. ■

УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ КРАНА

Кран КЭГ 20031С предназначен для оснащения судна пр. 20360 и функционально кран должен выполнять грузовые операции в порту и на рейде с обычными или разрядными грузами весом до 200 кН.

Целью расчета, результаты которого отражены здесь, является обоснование уточненного на этапе рабочего проекта изделия технического решения подвеса груза на кране.

Согласно требованиям ТЗ на создание крана КЭГ 20031С, при выполнении грузовых операций в штатных режимах его эксплуатации допускаются:

- продолжительный крен судна на любой борт до 5°;
- продолжительный дифферент на нос или корму до 2°;
- ветровая нагрузка до 200 Па в любом направлении;
- бортовая качка на тихой воде с периодом 8,1 с;
- бортовая качка на волнении 2–3 балла с периодом 4,1 с и амплитудой 1°;
- килевая качка на волнении 2–3 балла с периодом 6,3 с и амплитудой 1,1°;
- вертикальное перемещение центра масс судна на волнении 2–3 балла с амплитудой не более 0,4 м.

Одна из задач проектирования крана КЭГ 20031С – сведение к минимуму влияния на его нормальную работу динамических эффектов, обусловленных качкой судна на волнении. Здесь и ниже имеются в виду вынужденные колебания грузового подвеса относительно вертикали к плоскости «спокойного» моря (системы неподвижных осей координат). Задача



Рис. 1. Общий вид крана КЭГ20031С

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ГРУЗА КРАНА КЭГ20031С

А.А. Арутюнян, канд. техн. наук,
генеральный директор ОАО «Пролетарский завод»,
Д.В. Суслов, директор,
В.Д. Завирухо, ученый секретарь,
А.А. Георгиев, начальник сектора судовых кранов, ЗАО «ЦНИИ СМ»,
контакт. тел. (812) 6401004

компенсации вертикального переносного движения нока крана посредством специальных демпфирующих устройств перед разработчиками изделия не ставилась.

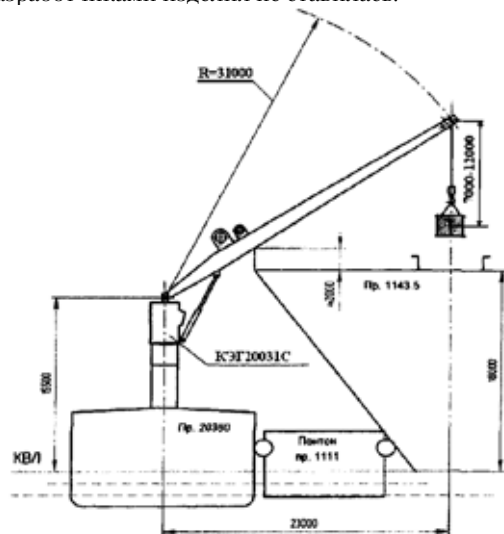


Рис. 2. Схема выгрузки краном груза на палубу судна, имеющего более высокий борт по сравнению с судном пр. 20360

Как показывает рис. 2, варьирование вылета стрелы и высоты подвеса груза по отношению к ноку крана могут быть существенным образом ограничены штатными условиями выполнения грузовых операций.

Длины подвеса груза в ходе операций могут принимать «критические» значения, при которых частота собственных колебаний подвеса совпадает с одной из возможных частот вынужденных колебаний нока крана, обусловленных качкой кранового судна на волнении до 3 баллов.

На рис. 3, а представлена схема, используемая при расчете параметров переносного движения нока крана, обусловленного бортовой качкой судна.

Проекции абсолютного перемещения нока при малом угле качки $\varphi = \varphi_0 \cdot \sin(\omega t)$ на оси неподвижной системы координат, совмещенной с центром тяжести (ЦТ) судна, определяются следующими выражениями [3]:

$$\begin{aligned} \Delta \vec{r} &= \vec{\varphi} \cdot \vec{r}; \\ \begin{cases} \eta = -r \cdot \varphi_0 \cdot \cos \alpha \cdot \sin(\omega t); \\ \eta = r \cdot \varphi_0 \cdot \sin \alpha \cdot \sin(\omega t), \end{cases} \end{aligned} \quad (1)$$

где: r – радиус-вектор из начала координат до нока крана; Δr – абсолютное перемещение нока при качении судна на

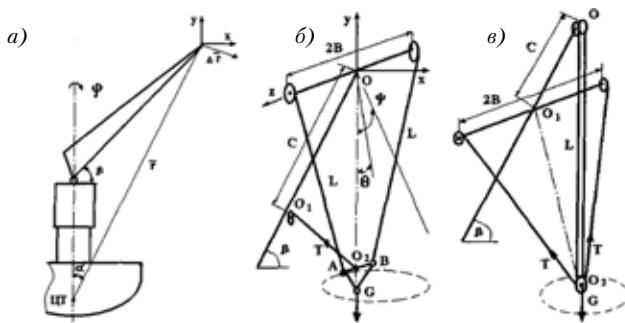


Рис. 3. Схемы расчета внешних нагрузок и конструктивный подвес крана: а – схема к расчету параметров движения нока; б – конструкция бифилярного подвеса; в – конструкция одинарного подвеса с двумя оттяжками

угол φ ; α – угол между неподвижной вертикалью и радиус-вектором r ; φ_0 – амплитуда бортовой качки судна; φ – угловая частота бортовой качки судна. Принято положительное направление углов против часовой стрелки.

Если принять ординату шпора стрелы относительно ЦТ равной 18 м, то амплитуды составляющих переносного движения нока могут изменяться с учетом зависимости от угла подъема стрелы β в пределах $\xi = (0,31 \div 0,85)$ м; $\eta_0 = (0,54 \div 0,1)$ м соответственно. Для определенности анализ вынужденных колебаний подвеса проводился при значении угла $\beta = 0^\circ$, амплитуд $\xi = 0,31$ м; $\eta_0 = 0,54$ м.

Аналогичные формулам (1) соотношения были получены для составляющих переносного движения нока, обусловленных килевой качкой судна. Расстояние между ЦТ судна и центром крепления крана к судовому фундаменту было принято равным 31 м. Амплитуды составляющих переносного движения при килевой качке с учетом зависимости от угла подъема стрелы β изменяются в пределах $\xi_0 = (0,35 \div 0,81)$ м; $\eta_0 = (0,54 \div 0,1)$ м соответственно. Расчетные значения проекций амплитуды для угла подъема стрелы $\beta = 40^\circ$ приняты $\xi_0 = 0,61$ м; $\eta_0 = 0,41$ м.

Принципиальное значение для анализа динамики подвеса имеет соотношение частот его собственных колебаний и возмущающих воздействий, вызванных качкой судна. Оценка собственной угловой частоты k подвеса, представимого моделью математического маятника, с достаточной точностью, согласно [7, 8], может быть выполнена по формуле

$$k = \sqrt{\frac{g}{L}}, \quad (2)$$

где $g = 10 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения; L – длина подвеса, м.

Примечание: период τ (с), частота $f \text{ с}^{-1}$ и угловая частота k (рад/с) колебаний связаны между собой следующим соотношением:

$$k = 2\pi f = 2\pi/\tau.$$

В табл. 1 приведены значения угловых частот возмущающих воздействий, оговоренных в ТЗ, и соответствующие им величины критических длин подвеса, рассчитанные по формуле (2) при $k = \omega$ и $k = 2\omega$.

Выполнение второго условия при вынужденных колебаниях нока крана в вертикальном направлении даже при относительно малых значениях амплитуды η_0 может привести к параметрическому резонансу системы [7].

Таблица 1
Значения угловых частот возмущающих воздействий

Вид возмущающего воздействия	Период качки τ , с	Частота ω , рад/с	Критические длины подвеса L , м	
			при $k = \omega$	при $k = 2\omega$
Бортовая качка	4,1	1,53	4,3	17,1
Килевая качка	6,3	1	10	40
Бортовая качка на тихой воде	8,1	0,78	16,4	66

В принципе, все значения «критических» длин подвеса (кроме 66 м) попадают в рабочий диапазон проведения грузоперевозочных операций с использованием крана. Таким образом, расчетную проверку эффективности работы крана на волнении следует провести для всех значений «критических» длин подвеса и соответствующих им частот возмущающих воздействий.

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПОДВЕСА

Проблема стабилизации пространственного положения подвеса с грузом в процессе эксплуатации судового крана при разовых, случайных или регулярных воздействиях факторов среды решается одним из следующих способов [6]:

1) путем выработки управляющих воздействий на приводы крана в автоматическом или ручном режиме (последний режим в конструкциях отечественных судовых кранов реализуется чаще) непосредственно в процессе эксплуатации с целью выхода из «критической» зоны рабочих параметров крана и выполнения контрманевров, ослабляющих или нивелирующих влияние факторов среды;

2) на стадии конструирования путем создания автоматизированной системы с программным управлением, обеспечивающей мониторинг состояния оборудования, среды, параметров рабочих процессов и оптимальное управление механизмами крана с учетом специфики его применения и условий эксплуатации;

3) посредством входящих в состав оборудования крана специальных устройств и механизмов, работающих при включении или постоянно в автоматическом режиме и выполняющих функции компенсации, подавления или рассеивания энергии неблагоприятных воздействий факторов среды.

На практике применяется, как правило, комбинация перечисленных выше способов. Проектантом крана КЭГ 20031С был выбран третий способ.

Необходимость принятия при разработке проекта крана КЭГ 20031С специальных конструктивных мер, позволяющих ограничить или погасить вынужденные колебания подвески с грузом при качке кранового судна на волнении, продиктована спецификой условий его эксплуатации и отсутствием гарантированной возможности отстройки от резонансных частот вынужденных колебаний подвеса путем изменения пространственного положения нока и груза. Как решение поставленной задачи в техническом проекте крана КЭГ 20031С [5] была предложена схема бифилярного V-образного подвеса, который благодаря своей геометрии должен ограничивать раскачивание груза в плоскости YOZ и вспомогательная лебедка-компенсатор (ЛК), призванная «гасить» колебания подвеса в плоскости XOY и ограничивать его раскачивание в плоскости YOZ (рис. 3, б, вариант 1). В соответствии с данным решением вспомогательная лебедка в процессе выполнения краном грузоперевозочных операций должна работать на выборку каната-оттяжки подвески, обеспечивая его натяжение (рис. 4, а, рис. 5, а). В скобках на графиках показаны соответствующие значения предельных углов отклонения подвеса с грузом от положения равновесия, стрелками – направление его движения.

Колебания подвески с грузом в диаметральной плоскости крана XOY называются продольными, а в плоскости YOZ – поперечными. В скобках на графиках показаны соответствующие значения предельных углов отклонения подвеса с грузом от положения равновесия, а стрелками – направления его движения.

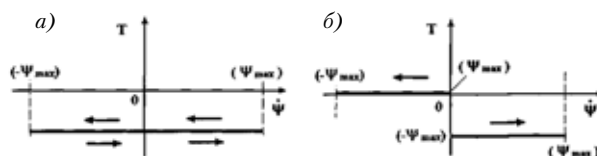


Рис. 4. Усилие торможения подвеса в продольном направлении: а – постоянное натяжение каната ЛК; б – циклически меняющееся усилие торможения

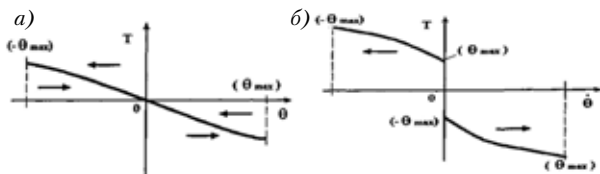


Рис. 5. Усилие торможения подвеса в поперечном направлении: а – постоянное натяжение каната ЛК; б – циклически меняющееся усилие торможения

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БИФИЛЯРНОГО V-ОБРАЗНОГО ПОДВЕСА

На рис. 6 – 8 представлены характерные графики поперечных и продольных колебаний бифилярного подвеса с грузом, построенные применительно к конкретным его физическим параметрам: $B = 1$ м, $b = 0,25$ м, $b = 0,5$ м, $m = 20\,000$ кг и различным условиям кинематического возбуждения нока крана.

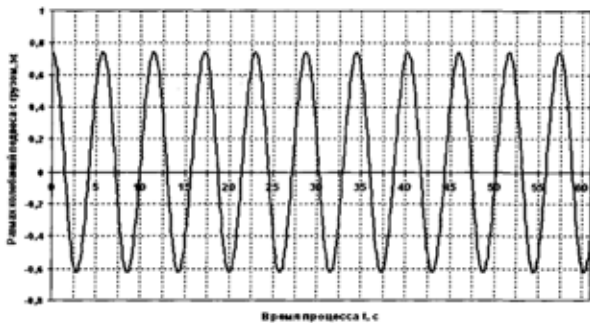


Рис. 6. Собственные поперечные колебания V-образного подвеса при $\omega = 1$ рад/с, $L = 10$ м, $\theta(0) = 5^\circ$

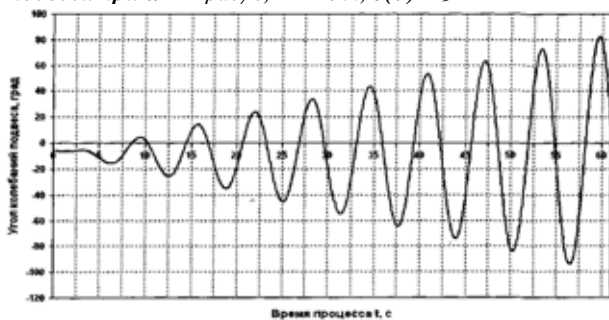


Рис. 7. Вынужденные продольные колебания V-образного подвеса
 $T = 10$ кН; $\omega = 1$ рад/с; $L = 10$ м; $\beta = 0^\circ$; $\xi_0 = 0,31$ м; $\eta_0 = 0,54$ м; $\phi_0(0) = 6^\circ$

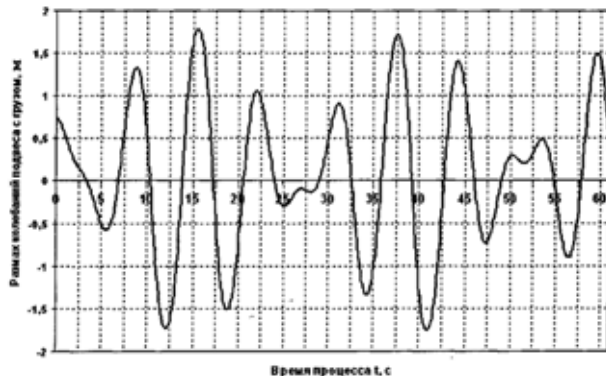


Рис. 8. Вынужденные поперечные колебания V-образного подвеса
 $T = 10$ кН; $\omega = 1$ рад/с; $L = 10$ м; $\beta = 0^\circ$; $\xi_0 = 0,31$ м; $\eta_0 = 0,54$ м; $\phi_0(0) = 5^\circ$

Прежде чем перейти к анализу динамических свойств бифилярного подвеса необходимо отметить следующее. В силу того, что стрела крана в процессе эксплуатации не будет занимать строго определенное положение, совпадающее с ДП

судна или перпендикулярное к нему, а векторы возмущающих воздействий могут иметь произвольную направленность, подвес с грузом будет перемещаться в общем случае в трех измерениях, описывая пространственную траекторию. На рис. 3, б и 3, в пространственные траектории движения подвесов показаны пунктиром. При анализе динамики подвеса с грузом была использована упрощенная расчетная схема, согласно которой он может совершать независимые движения либо в ДП крана ХОУ либо в перпендикулярной к ней плоскости YOZ (см. рис. 3). Данное упрощение позволяет получить наглядное представление об особенностях возмущенного движения конструкции подвеса и аналитически оценить значения ее параметров, обеспечивающих стабилизацию вертикального положения подвеса в процессе выполнения грузовых операций при качке кранового судна.

Выводы. На рис. 6 представлен график свободных колебаний подвеса в плоскости YOZ при начальном его отклонении от положения равновесия на угол 5° и нулевой начальной скорости. Характер движения V-образного подвеса такой же, как и у обычного подвеса с параллельными грузовыми ветвями.

Применение по варианту 1 вспомогательной ЛК, работающей на выборку каната-оттяжки с постоянным натяжением $T = 10$ кН, не способствует стабилизации процесса вынужденных колебаний подвеса как в плоскости ХОУ, так и в плоскости YOZ. Увеличение постоянного усилия натяжения каната-оттяжки также не дает желаемого эффекта. Данное обстоятельство имеет следующее объяснение. В течение полупериода движения подвеса по направлению от корпуса крана к ноку (при продольных колебаниях) лебедка, сопротивляющаяся вытравливанию каната, обеспечивает в том или ином объеме «гашение» энергии переносного движения нока, вызванного качкой судна. В обратном направлении лебедка, наоборот, ускоряет движение подвеса, внося в систему энергию, равную рассеянной энергии за первый полупериод его вынужденных колебаний. Результатом является нулевой эффект рассеивания поступающей извне в систему энергии, что, в свою очередь, ведет к увеличению раскачивания груза. Работа силы сопротивления при поперечных колебаниях подвеса с грузом ввиду характерного соотношения плеч действующих сил оказывается также явно недостаточной для удовлетворительной стабилизации процесса.

Конструктивное решение ЛК должно предусматривать функциональное разделение режимов принудительного вытравливания каната с большой силой сопротивления при торможении подвеса и выборки слабину каната с относительно малым усилием при его обратном ходе.

АНАЛИЗ ВЫНУЖДЕННЫХ ПРОДОЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ ПОДВЕСА (вариант 2, рис. 3, в)

На рис. 9 представлен график развития и стабилизации процессов вынужденных колебаний подвеса с грузом в продольном направлении.

Геометрические и физические параметры конструкции при анализе динамики имели значения: угол подъема стрелы $\beta = 60^\circ$, характерные размеры схемы подвеса $C = 3$ м, $B = 1,5$ м, амплитуды переносного движения точки подвеса (нока) в направлениях x, y равнялись $\xi_0 = 0,78$ м; $\eta_0 = 0,27$ м, масса груза $m = 20\,000$ кг, усилие торможения каждой из двух лебедок $T = 75$ кН, начальный угол отклонения подвеса от вертикали составлял $\psi(0) = 2^\circ$.

Выводы. Предлагаемая конструкция подвеса (вариант 2, рис. 3, в) при соответствующем задании геометрических размеров и величины усилия торможения каждой из двух лебедок позволяет стабилизировать процесс вынужденных колебаний подвеса.

Стабилизация вертикального положения и эффективность подавления вынужденных колебаний подвеса в плоскости

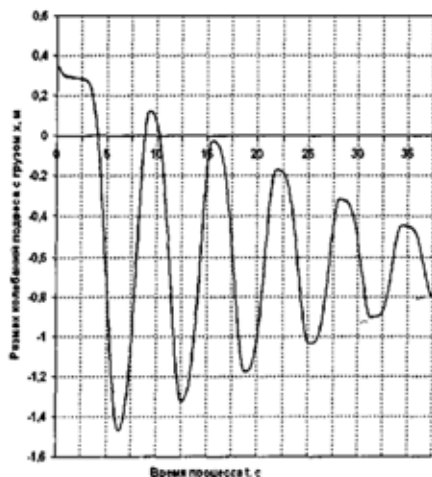


Рис. 9. Вынужденные продольные колебания подвеса при циклически изменяющейся силе сопротивления лебедок
 $T = 75 \text{ кН}$; $\omega = 1 \text{ рад/с}$; $L = 10 \text{ м}$; $\beta = 60^\circ$

ХОУ полностью обусловлены соответствующим назначением величин плеча C и усилия торможения T , обеспечиваемого каждой из двух лебедок.

При построении графика параметр $\beta = 60^\circ$ был принят намеренно как наиболее вероятный угол подъема стрелы при выполнении маневра крана с грузом посредством механизма поворота.

Эффект стабилизации раскачки подвеса с грузом проявляется в значительно меньшей степени при условиях развития параметрического резонанса на частотах, близких к $\omega = 1 \text{ рад/с}$ и соответствующих им критическим длинам подвеса. Увеличение расстояния B и усилия торможения T не приводят к радикальному изменению картины развития процессов.

Данное обстоятельство объясним с одной стороны низкой управляемостью процесса стабилизации раскачивания груза при соотношении характерных плеч приложения сил $C \cdot \cos \beta / L$ для больших значений длин L и углов подъема стрелы, а с другой – отсутствием в механической системе средств, специально предназначенных для рассеивания-компенсации энергии вертикальных колебаний нока.

Разнесение выходных блоков канатов-оттяжек ЛК относительно корпуса стрелы крана на гашении вынужденных продольных колебаний подвеса не отражается, если движение подвеса происходит строго в плоскости ХОУ.

АНАЛИЗ ВЫНУЖДЕННЫХ ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ ПОДВЕСА (вариант 2, рис. 3, в)

На рис. 10 представлены графики развития и стабилизации процессов вынужденных колебаний подвеса с грузом в поперечном направлении.

Геометрические и физические параметры конструкции при анализе динамики имели значения: угол подъема стрелы $\beta = 60^\circ$, характерные размеры схемы подвеса $C = 3 \text{ м}$, $B = 1,5 \text{ м}$, амплитуды переносного движения точки подвеса (нока) в направлениях z , y равнялись $\xi_0 = 0,78 \text{ м}$; $\eta_0 = 0,27 \text{ м}$, масса груза $m = 20\,000 \text{ кг}$, усилие торможения каждой из двух лебедок $T = 75 \text{ кН}$, начальный угол отклонения подвеса от вертикали составлял $\psi(0) = 2^\circ$.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

В результате проведенного исследования динамики грузового подвеса крана КЭГ20031С при выполнении грузовых операций в условиях морского волнения силой до трех баллов можно сформулировать следующие выводы.

1. В состав оборудования судового крана с целью стабилизации вертикального положения грузового подвеса при работе в условиях качки судна обязательно должны быть включе-

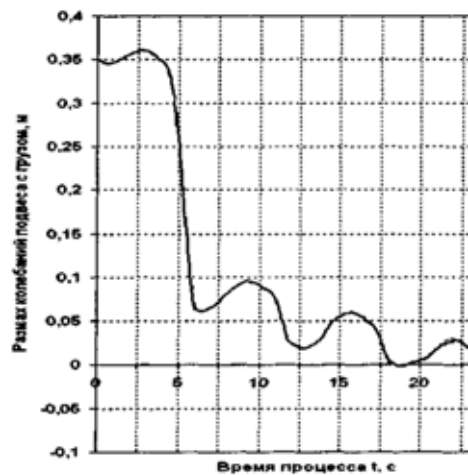


Рис. 10. Вынужденные поперечные колебания подвеса при циклически изменяющейся силе сопротивления лебедок
 $T = 75 \text{ кН}$; $\omega = 1 \text{ рад/с}$; $L = 10 \text{ м}$; $\beta = 60^\circ$

ны механизмы, предназначенные для компенсации, преобразования или рассеивания энергии колебания нока крана.

2. Ввиду того, что применение более эффективного способа гашения колебаний груза по варианту одинарного подвеса с двумя оттяжками в конструкции крана КЭГ20031С подразумевает необходимость применять две лебедки-компенсатора (ЛК) грузоподъемностью 5 кН каждая, что неконструктивно, то рекомендуется конструкция бифилярного подвеса.

3. Конструктивное решение ЛК должно предусматривать функциональное разделение режимов принудительного вытравливания каната с большой силой сопротивления при торможении подвеса и выборки слабины каната с относительно малым усилием при его обратном ходе.

Технические данные ЛК: усилие, с которым выбирается канат в режиме торможения подвеса с грузом $1 \div 2 \text{ кН}$; линейная скорость выборки слабины каната лебедкой – $0,5 \text{ м/с}$.

Выходные блоки, через которые проходят канаты ЛК, рекомендуется разнести на расстояние 2 м. Разнесение выходных блоков лебедок, назначение параметров B и C продиктованы необходимостью обеспечения требуемой эффективности функционирования ЛК при рассеивании энергии вынужденных колебаний подвеса как в продольном, так и в поперечном направлениях.

ЛИТЕРАТУРА

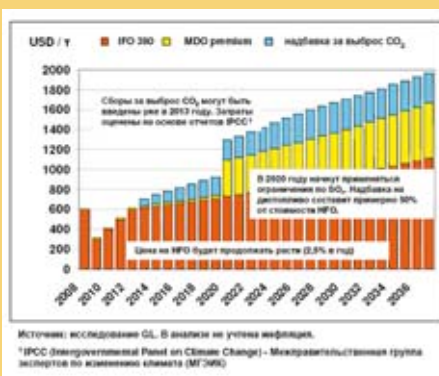
1. Российский Морской Регистр судоходства: Правила по грузоподъемным устройствам морских судов. – СПб.: РМРС, 2003.
2. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных устройств судов обеспечения ВМФ. – М.: Воениздат, 1984.
3. Александров М.Н. Судовые устройства: Справ. – Л.: Судостроение, 1987.
4. Дукельский А.И. Портовые грузоподъемные машины. – М.: Транспорт, 1970.
5. Кран грузовой электрогидравлический специальный КЭГ20031С: Расчеты. – ЛИКА.481129.006РР, 2001.
6. Гохберг М.М. Справочник по кранам. – Т 1, 2. – Л.: Машиностроение, 1988.
7. Пановко Я.Г., Губанова И.И. Устойчивость и колебания упругих систем. – М.: Наука, 1964.
8. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – М.: Наука, 1997.
9. Бенькович Е.С., Колесов Ю.Б., Сенченков Ю.Б. Практическое моделирование сложных динамических систем. – СПб.: БХВ, 2001.
10. Воеводин В.В. Вычислительные методы линейной алгебры. – М.: Наука. ■

GL FUELSAVER

ЭКОНОМИЯ ТОПЛИВА И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ МОРСКИЕ ПЕРЕВОЗКИ

Классификационное общество «Germanischer Lloyd» («GL») разработало новую сервисную программу GL FuelSaver. Она включает в себя анализ данных индекса CO₂ и анализ эксплуатационного расхода топлива, которые помогают судовладельцам и операторам судов разобраться в принципах расхода топлива и выработать технические и эксплуатационные меры по снижению затрат на него.

ПРОГНОЗ ЦЕН НА СУДОВОЕ ТОПЛИВО



ДОПОЛНИТЕЛЬНУЮ ИНФОРМАЦИЮ И ПОЯСНЕНИЯ МОЖНО ПОЛУЧИТЬ ПО АДРЕСУ:

Germanischer Lloyd,
St. Petersburg,
наб. Крюкова канала, 4-29
190000, Санкт-Петербург,
Тел. +7 812 3468277,
Факс +7 812 3468278
gl-st-petersburg@gl-group.com
www.gl-group.com

Несмотря на сегодняшние цены на нефть, на нефтегазовую отрасль глубоководного бурения и добычу приходится более 15% общего числа добычи нефти из месторождений под морским дном, но, согласно оценке независимых аналитиков, в течение последующих нескольких лет ее доля возрастет более чем на 20%. Что касается оборудования, то в недалеком будущем количество плавучих систем для добычи нефти значительно увеличится, особенно в «золотом треугольнике», включающем в себя Африку, Мексиканский залив и Бразилию. В ходе дальнейшего освоения морей главным образом глубоководного сектора потребность в подводных рабочих механизмах, а также сырьевых материалах будет ощущаться особенно остро.

Технология подводных операций в регионах с суровыми океанскими условиями имеет дополнительные трудности технического характера. Что касается производственных расходов, то владельцы и пользователи подводных механизмов наряду с производителями заинтересованы в высокой степени их надежности. Стандарты, определяющие их качество, – вот что по-настоящему необходимо для преодоления технических проблем. Классификационное общество «Germanischer Lloyd» («GL») детально изучило этот вопрос и опубликовало новую подводную технологию в ноябре 2009 г.

Обычные рабочие механизмы должны иметь соответствующую степень безопасности. Под безопасностью понимают технику безопасности сотрудников; безопасность рабочего места, окружающей среды и питающего или вспомогательного оборудования, подключенного к рабочему механизму. Значимость всех этих аспектов безопасности возрастает в наибольшей степени, когда механизм используется не при обычных атмосферных условиях, а под водой, где так назы-

ваемый подводный рабочий механизм зачастую функционирует в экстремальных условиях высокого давления.

Что такое подводные рабочие механизмы? Это самостоятельные рабочие машины, они независимы от любой подводной установки и обычно управляются и запитываются от вспомогательного судна или станции по гибкому подводному кабелю для выполнения одной или нескольких из нижеперечисленных операций под водой: сварка, резка-разделка, бурение, соединение болтами, фиксирование, закачивание, фрезеровочные работы, выемка породы – досыпка, промывка, утрамбовывание-вибрация, сборка, установка, подключение/отключение, специализированные геологические или горнопромышленные задания. Они, как правило, выполняются автоматически, но могут управляться водолазом или оператором из защищенного герметичного корпуса.

Обычно подводные рабочие механизмы – это специализированные машины с индивидуальными параметрами, предназначенные для использования в условиях повышенной влажности и высокого давления, которые можно охарак-

теризовать как «враждебные», особенно на большой глубине. В связи с этим требуются особые технологии и подходы к их проектированию и постройке для обеспечения безопасности.

Кроме безопасности подводного рабочего механизма, огромную роль также играет его надежность, поскольку без этого невозможно обеспечить безопасность.

Поскольку время доставки, а также время пускового периода и настройки подводных рабочих механизмов, как правило, очень продолжительные, то подводные рабочие механизмы, конечно, должны обладать высокой степенью надежности. Это в равной мере означает высокое качество их изготовления.



НАДЕЖНОСТЬ ПОДВОДНЫХ РАБОЧИХ МЕХАНИЗМОВ: ПРОБЛЕМЫ, КОТОРЫЕ НЕОБХОДИМО РЕШАТЬ

*Карстен Д. Хагенах, ст. руководитель
проекта компании «Germanischer Lloyd»,
контакт. тел. (812) 3468277*

Для упрощенного математического выражения надежности в процентах ее можно представить как соотношение между действительным рабочим временем и общим временем работы. *Действительное рабочее время* – это общее время работы без учета простоев из-за незапланированных техосмотров, ремонтов или наладочных работ. Учитывая частоту обычных перерывов в работе, а также вынужденные простои, можно вычислить коэффициент полезного действия.

Надежность подводного рабочего механизма зависит в основном от трех факторов:

- конструктивная надежность;
- вид технического обслуживания (метод технического обслуживания);
- метод работы и использования механизма.

В данной промышленности разработаны различные методы оптимизации или обеспечения надежности, такие как техническое обслуживание с целью



обеспечения надежности (RCM). При этом используются *критерии контроля надежности* (RCS), запасные части. В основу разработок положены анализ характера и последствий отказов (FMEA), последствий и критичности отказов (FMCA), диагностического дерева отказов, инспектирование с учетом фактора риска (RBI) и т.д. Кроме того, концепции технического обслуживания среди прочих задач нацелены на повышение надежности.

Для устранения большинства причин неисправности механизма с целью повышения показателя надежности производитель, к примеру, может провести анализ характера и последствий отказов (FMEA) на этапе строительства. Такой анализ (он также описан в правилах «GL») является удобным инструментом, служащим для исключения причин неисправности уже на стадии изготовления механизма. Как уже упоминалось ранее, подводные рабочие

механизмы – это специализированные машины, которые зачастую видоизменяются, усовершенствуются, или оптимизируются во время выполнения первого задания, а также при последующих работах. При внедрении любого изменения необходимо убедиться в том, что оно делается не в ущерб надежности и, соответственно, безопасности механизма и что будет выдер-



жан его соответствующий уровень. В дальнейшем следует избегать ошибок, которые способны снижать надежность или вызывать внезапный и полный отказ механизма.

Очевидно, что техника безопасности при использовании подводных рабочих механизмов играет не слишком значительную роль, поскольку они функционируют на большой глубине. Во время работы такой подход может быть оправдан, за исключением случаев, когда ее выполняет водолаз или местный оператор. Однако питающее оборудование, которое подает на подводный рабочий механизм с поверхности сжатый воздух, гидравлическую энергию и высокое напряжение, представляет собой потенциальную опасность, способную вызвать нежелательную ответную реакцию подводного рабочего механизма. Кроме того, если этот механизм постоянно соединен с поверхностью моря подъемным канатом, есть потенциальный риск выхода из строя подъемного механизма. Последний, но не менее значимый риск во время выполнения подводных работ способен привести к катастрофической ситуации на нефтяном или газовом месторождении.

Риск для персонала существенно возрастает, когда подводный рабочий механизм находится на поверхности и еще не спущен в воду. Но наиболее высок риск во время подъема механизма на поверхность после выполнения подводных работ, поскольку об общем состоянии подводного механизма можно судить только при его непосредственном осмотре. Во избежание несчастных случаев при проведении подводного рода работ следует отключить напряжение, обеспечить возможное выравнивание между подводным ра-

бочим механизмом и вспомогательным судном или станцией на поверхности, а также компенсировать давление герметичного оборудования. Кроме того, существует потенциальный риск в обращении с механизмом после подъема и во время транспортировки платформы до тех пор пока не будет достигнуто безопасное транспортировочное положение.

Фактическое состояние подводного рабочего механизма можно оценить только во время выполнения последующей проверки или регламентных работ. При этом очень важно следить за тем, чтобы устройства были отключены от электропитания и заземлены и чтобы в оборудовании не было остаточного давления. Условия работы и тип подводного рабочего механизма способны повлиять на то, что предохранительные устройства могут пострадать и вызвать сбой.

Рассматривая безопасность и надежность подводных рабочих механизмов как единое целое, а также понимая необходимость выработки правил для подводных рабочих механизмов, используемых на мелководье, на средних глубинах и в глубоком море, «Germanischer Lloyd» принял решение дополнить правила проведения подводного производственного процесса в полевых условиях. Эти правила отражают целостный подход, т.е. рассматривают не только сам подводный рабочий механизм и средства его управления с поверхности, но и другие вспомогательные устройства на судне или станции обеспечения. Технические и электротехнические требования учтены таким образом, чтобы с конструктивной точки зрения обеспечить безопасность рабочего места, окружающей среды и персонала до работы подводного рабочего механизма, во время ее проведения и по завершении.

Правила подводной технологии «GL» представляют собой основной стандарт для подводных рабочих механизмов; ими могут пользоваться изготовители, владельцы, операторы и клиенты в качестве руководства, к тому же они служат «достаточной» основой для сертификации. ■



Для более подробной информации можно обратиться к Карстену Д. Хагенаху, старшему руководителю проекта, специалисту и исследователю компании «Germanischer Lloyd» с 1996 г. по вопросам давления и подводных технологий.

Среди разнообразной океанской техники особое место занимают подводные аппараты, позволяющие человеку на любой глубине выполнять различные исследования и работы [1]. Ввиду узконаправленной специфики подводных аппаратов на данный момент альтернативной замены этой технике не существует.

Более 95 % современных подводных аппаратов имеют аккумуляторные батареи, чаще всего свинцово-кислотные. На аппарате «Мир» установлены никель-кадмиевые аккумуляторные батареи с общим энергозапасом 100 кВт·ч.

Целью статьи является исследование возможности повышения энергозапаса за счет использования электрохимического генератора (ЭХГ) на борту подводного аппарата вместо аккумуляторных батарей. В качестве альтернативы можно рассматривать использование на борту глубоководных обитаемых аппаратов (ПОА) аккумуляторные батареи литиево-ионного типа, что позволит в разы увеличить энергозапас аппарата. Однако такой тип аккумуляторов весьма требователен к точному соблюдению рабочих режимов, что с учетом специфики условий работы «Мира» – нелегкая задача, а потому повышает риски возникновения отказов, а это неприемлемо. Потому из соображений надежности будем рассматривать применение ЭХГ на борту подводных аппаратов.

ПОА «Мир» по своим тактико-техническим характеристикам считаются наиболее удачными. На них – всего три блока аккумуляторных батарей, один из которых расположен в прочном корпусе аппарата. Характеристики аппарата «Мир» приведены ниже.

Характеристики ПОА «Мир»

Рабочая глубина погружения, м.....	6000
Запас энергообеспечения, кВт·ч	100
Запас жизнеобеспечения, чел·ч	246
Максимальная скорость, уз	5
Запас плавучести (с поверхности), кг	290
Сухой вес, т.....	18,6
Длина, м	7,8
Ширина с боковыми двигателями, м	3,8
Высота, м	3

Были проанализированы изменения массовых характеристик при замене аккумуляторов на ЭХГ, а также изменения автономности аппарата, исходя из запаса энергии возможного количества водородного топлива. В составе ЭХГ была рассмотрена батарея топливных элементов с твердополимерной мембраной.

Если аппарат движется медленно (со скоростью менее 1 м/с), то за одно погружение он не может пройти более 5–6 км, что по времени составляет порядка 1 ч 30 мин. Это существенный недостаток всех существующих подводных аппаратов, использующих в качестве источника энергии аккумуляторы, который дополнительно усугубляется достаточно большим временем погружения и всплытия.

Для исследования возможности применения электрохимической энергоустановки на ПОА «Мир» использовалось понятие «жизненный цикл», позволяющее получить зависимости энергетических затрат, а также оценить экономический эффект. Поскольку подводный аппарат (ПА) исследовательский, то в качестве полезного эффекта целесообразно использовать время возможного нахождения под водой по условиям обитаемости в расчете на одного члена экипажа, величину обследованной площади акватории или автономность аппарата по запасу энергии, которая рассчитывается при движении с номинальной скоростью.

Величина обследованной площади пропорциональна расстоянию, пройденному при одном погружении. В свою оче-

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК НА ПОДВОДНЫХ АППАРАТАХ

Н. П. Шаманов, д-р техн. наук., проф., зав. кафедрой СПбГМТУ,
А. Н. Волков, ассистент, инженер НИСПЭУ,
контакт. тел. 8 950 0038174

редь, расстояние равно произведению рабочей скорости на автономность. При проведении исследования или съемки дна эта рабочая скорость меньше номинальной и должна выбираться из условия достижения максимального пройденного расстояния при заданном запасе энергии. Для аппарата «Мир» результаты таких расчетов проведены на рис. 1.

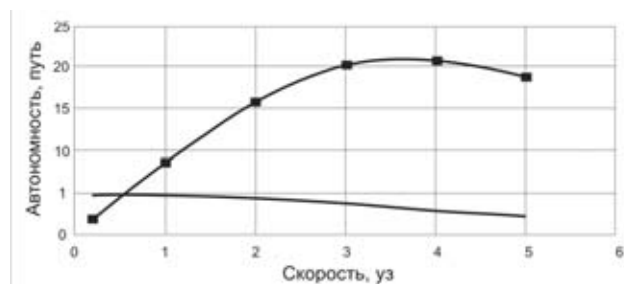


Рис. 1. Зависимость автономности ПА и его пути от скорости

— автономность, ч; —■— путь, км

Как видно из этого графика, оптимальная скорость составляет 4 уз, а пройденное расстояние – 21 км. При этом автономность по запасу энергии оказывается примерно на один час больше, чем при обычном скоростном режиме ПА (на практике скорость движения ПА – около 1 м/с). При дальнейшем уменьшении скорости, несмотря на увеличение автономности, пройденное расстояние уменьшается. Это говорит о том, что сама по себе автономность по запасам энергии не является определяющим показателем для ПА, и при ее использовании в качестве критерия необходимо уточнять функциональное назначение ПА.

При замене аккумуляторной энергоустановки электрохимической энергоустановкой с водородным топливом параметры электрохимического генератора водородной установки выбирают с учетом соотношения ее мощности и запаса энергии. Если при заданной длительности работы увеличивать удельный ток ЭХГ, то при сокращении массы и габаритов ЭХГ уменьшается его термоэлектрический КПД, увеличивается необходимый запас топлива и окислителя, а также растет масса установки. Кроме этого, увеличивается масса системы термостатирования ЭХГ, вследствие чего растет масса системы.

Для расчетов принимались данные, соответствующие характеристикам стандартных аккумуляторных батарей по напряжению, мощности и запасу энергии, а также увеличенное время автономной работы ПА при использовании ЭХГ вместо АБ:

напряжение ЭХГ.....	120 В;
мощность ЭХГ.....	18 кВт;
время работы.....	4 ч;
увеличенное время работы.....	16 ч.

В качестве систем хранения реагентов для работы ЭХГ было рассмотрено баллонное хранение кислорода с рабочим

давлением 40 МПа, а также баллонное хранение под давлениями 40 МПа и 70 МПа; аккумуляторное хранение в интерметаллидном накопителе La-Ni.

Вольтамперная характеристика, использованная в расчетных исследованиях, принята в соответствии с данными работы [2] и имеет вид, показанный на рис. 2.

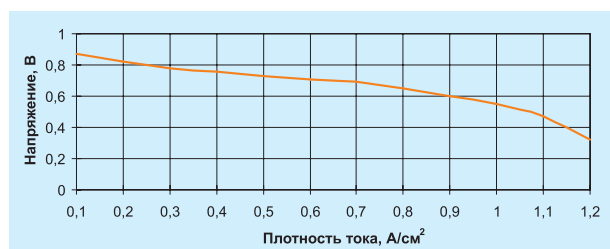


Рис. 2. Вольтамперная характеристика, принятая в расчетах

Зависимости удельной мощности батарей и ее массы от плотности тока имеют экстремальные точки, причем удельная мощность – максимум, а масса – минимум (рис. 3).

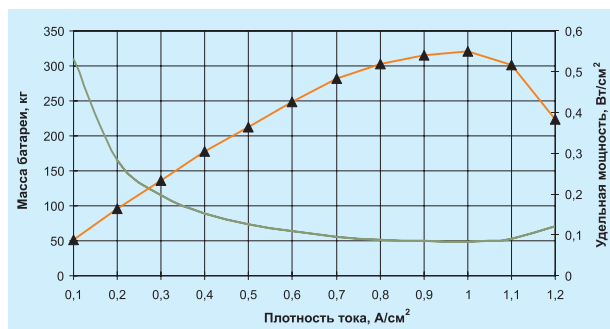


Рис. 3. Зависимости удельной мощности и массы батареи от плотности тока
— масса батареи; ▲ — удельная мощность

При увеличении подводной автономности по запасу энергии масса всей энергетической установки будет монотонно расти вследствие того, что увеличивается масса системы хранения топлива и окислителя. При этом с ростом автономности минимум массы системы смещается в область малых токов, что определяется влиянием массы системы хранения реагентов, которая с уменьшением плотности тока уменьшается вследствие роста КПД и сокращения потерь.

Масса и объем электрохимической установки в значительной степени зависит не только от автономности, но и от типа принятой системы хранения реагентов.

Рассмотрим два метода хранения водорода: баллонный (рабочие давления 40 МПа и 70 МПа) и интерметаллидный. Результаты расчетных исследований приведены на рис. 4 и 5.

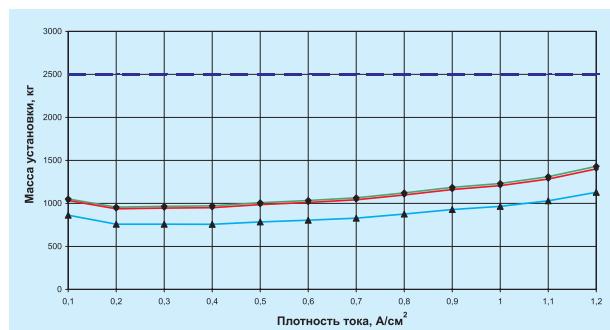


Рис. 4. Зависимость массы электроэнергетической установки ПА автономностью 4 часа от плотности тока при различных способах хранения топлива на борту
— — масса аккумулятора на 100 А·ч; ▲ — масса ЭХГ при баллонном хранении водорода под давлением 70 МПа; ◆ — то же под давлением 40 МПа; ◆ — масса ЭХГ при хранении водорода интерметаллидным способом

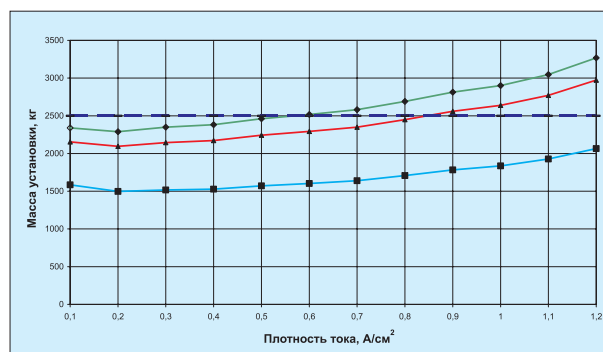


Рис. 5. Зависимость массы электроэнергетической установки ПА автономностью 16 часов от плотности тока при различных способах хранения топлива на борту
— — масса аккумулятора на 100 А·ч; — — масса ЭХГ при баллонном хранении водорода под давлением 70 МПа; — ◆ — то же под давлением 40 МПа; — ▲ — масса ЭХГ при хранении водорода интерметаллидным способом

Как видно из рис. 4, при замене стандартных аккумуляторных батарей ПА на ЭХГ автономностью 4 часов получается значительное сокращение массы энергоустановки. Это может быть использовано для увеличения запаса топлива и, следовательно, автономности, что показано на рис. 5.

При сохранении автономности аппарата (4 часа) кривые массы ЭХГ при баллонном хранении под давлением 40 МПа и с помощью интерметаллидного способа практически совпадают, а кривая, соответствующая давлению 70 МПа, идет значительно ниже, что говорит о преимуществе хранения баллонов под этим давлением. Хотя для минимизации массы наиболее выгодным способом хранения водорода является хранение при рабочем давлении 70 МПа, для повышения пожаровзрывобезопасности интерметаллидный способ гораздо надежнее, что особенно важно для ПА. Стоит дополнительно отметить, что баллоны с реагентами целесообразно расположить снаружи прочного корпуса ПА, так как при этом они будут обладать нулевой плавучестью.

Итак, рассмотрим эффект применения ПА, обследуемого подводный шельф с учетом экономических затрат на весь экспедиционный рейс. Видно, что два ПА с ЭХГ эквивалентны восьми ПА с аккумуляторными установками. Стоит, однако, отметить, что для базирования восьми ПА потребуются четыре судна типа «Академик Мстислав Келдыш» вместо одного с аппаратами с ЭХГ.

ВЫВОДЫ

1. Существует принципиальная возможность значительного повышения энергозапаса на борту ПА путем замены стандартных аккумуляторов на ЭХГ на основе твердополимерных топливных элементов с сохранением массогабаритных характеристик.
2. При использовании ЭХГ автономность ПА может быть увеличена в 4 раза.
3. Наиболее выгодным по массогабаритным показателям является баллонное хранение топлива на борту ПА под давлением 70 МПа.
4. В целях обеспечения пожаровзрывобезопасности на практике целесообразно применение интерметаллидных аккумуляторов для систем хранения водородного топлива.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриев А. Н. Проектирование подводных аппаратов. — Л.: Судостроение, 1978. — С. 5.
2. Шаманов Н. П., Калмыков А. Н. Электрохимические транспортные энергоустановки с водородным топливом: Монография. — СПб.: Изд. центр СПбГМТУ, 2006. ■

При движении жидкости в трубах и при обтекании потоком жидкости жестких элементов (например, лопастей судовых винтов) в ней возникает звук. Исходные причины звукообразования в этих случаях не связаны с колебаниями тел, а обусловлены явлениями вихреобразования при обтекании тел потоком. Кроме того, динамике жидкости присуще специфическое явление – кавитация, связанная с потерей жидкостью прочности на разрыв при уменьшении в ней давления ниже определенного предела и возникновением полостей, заполненных газом, воздухом или паром. Кавитация возникает в результате движения в жидкости жестких конструкций или, наоборот, при обтекании таких конструкций потоком жидкости с достаточной скоростью. Все эти явления имеют место в корабельных трубопроводах и арматуре.

Целью исследования было выявление элементов изделия, которые являются преобладающими источниками звука, и после проведения детального анализа спектрограмм и выполнения необходимых расчетов, определение некоторых виброшумовых характеристик источников и указание возможных путей уменьшения шума.

Эксперимент проводился на паспортизированном участке «Вода» (Ду-50) унифицированного стенда ФГУП «ПО «Севмаш».

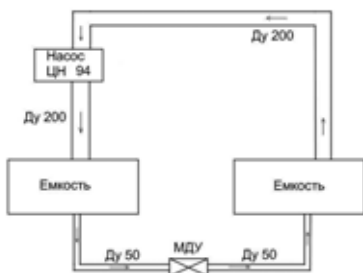


Рис. 1 Упрощенная схема стенда

С помощью многоканальной системы для измерения виброшумовых характеристик на участке «Вода» определялись характеристики гидродинамического шума арматуры, для чего в напорных и отводных трубопроводах были установлены специальные измерительные патрубки, оснащенные шестью переходными стаканами с вмонтированными гидрофонами (рис. 2).



Рис. 2. Отрезок трубопровода Ду-50 с исследуемым изделием и гидрофонами

СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ ВИХРЕВОГО ЗВУКООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ОБТЕКАНИИ ПОТОКОМ ЖИДКОСТИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ СЛОЖНОГО ПРОФИЛЯ

Е.В. Бахтамов, Севмашвуз, Северодвинск,
bahtamov@sevmashvtuz.edu.ru

Исследуемым изделием было малощумящее дроссельное устройство – МДУ.

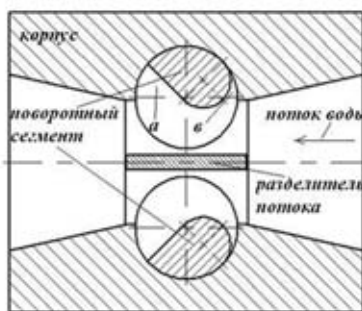


Рис. 3. Упрощенная схема дроссельного устройства

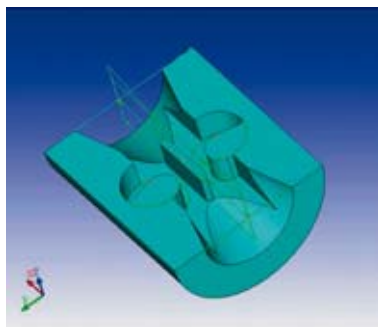


Рис. 4. 3D модель МДУ при угле закрытия 105°

Одной из причин возникновения звука в среде при обтекании неподвижных твердых тел постоянным потоком является вихреобразование [1]. Периодический срыв вихрей порождает периодические импульсы малых сжатий и разрежений, которые и распространяются вдали от тела в виде звуковой волны с частотой f .

При больших значениях числа Re (порядка 10^5) частота срыва вихрей, как известно, определяется по формуле

$$f = Sh \frac{V}{d},$$

где Sh – число Струхала; V – скорость потока; d – характерный размер тела.

Эта волна и называется вихревым звуком [2]. Значение коэффициента Струхала определяется формой обте-

каемого тела, его характерным размером и числом Re. Это касается тел сравнительно простой геометрической формы. Однако для тел более сложной формы, таких как исследуемый МДУ, картина иная. Наличие выступов, полостей, уступов и т. п. существенно изменяет спектр излучаемого звука.

Особенные явления возникают в тех случаях, когда обтекаемый выпуклый профиль имеет полость с узким основанием и расширяющимся выходом с резкими углами. Такая полость – акустический резонатор, но возникающая в объеме полости циркуляция оказывает существенное влияние на условия звукообразования в районе устья полости, где образуется неустойчивая граница раздела между потоком жидкости и более спокойной областью полости (участки a и b на рис.3). Именно на этой границе условие образования вихрей существенно зависит от геометрии полости и угла натекания потока жидкости [2]. Частота вихрей подчиняется формуле

$$f = \chi \frac{V}{d} n,$$

где $n = 1, 2, 3, \dots$, d – длина ребра устья полости, χ – безразмерный коэффициент, зависящий от угла атаки α .

Из трех типов арматуры – запорной, распределительной и регулирующей – наиболее интенсивным источником вибраций является регулирующая арматура, так как рабочий процесс в ней основан на принципе дросселирования потока. При этом могут возникать кавитационные явления, что приводит к появлению интенсивного широкополосного шума [8]. Спектр кавитационного шума имеет ярко выраженный максимум на частоте

$$f = 16 \frac{V}{d} \sigma^2,$$

где V – характерная скорость потока; d – характерный размер; $\sigma = \frac{p_s - p_{\text{нп}}}{1/2 \rho_0 V^2}$ – число кавитации, (здесь p_s – статическое давление невозмущенного потока,

$p_{\text{нп}}$ – давление насыщенного пара, ρ_0 – плотность жидкости).

В процессе эксперимента получены и проанализированы спектрограммы шума со всех гидрофонов для различных расходов (2,2; 3 и 4,1 м/с) и углов закрытия поворотных сегментов (углов атаки α) в 0° , 45° , 70° , 80° и 105° . В качестве примера на рис. 5 показаны спектрограммы, полученные с 4-го гидрофона при скорости 3 м/с и различных углах закрытия МДУ.

Поток воды обеспечивался циркуляционным насосом типа ЦН-94, а расход регулировался дроссельным устройством. На всех спектрограммах учитывались частоты шума насоса, которые анализировались отдельно, для исключения их влияния на конечный результат.

На рис. 6 представлены характерные частоты насоса, уровень шума которых в исследуемом интервале частот сопоставим с шумом МДУ: $f_{\text{от}}$ – частота отклонения формы (для подшипника насоса); f_0 – основная частота вращения ротора насоса; $f_{\text{вз}}$ – частота вихревого звука лопастей насоса.

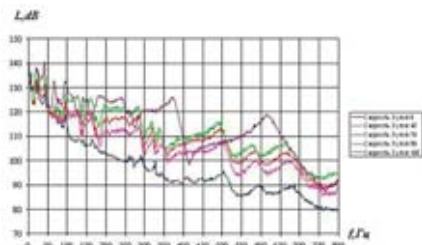


Рис. 5. Спектрограммы, полученные с 4-го гидрофона

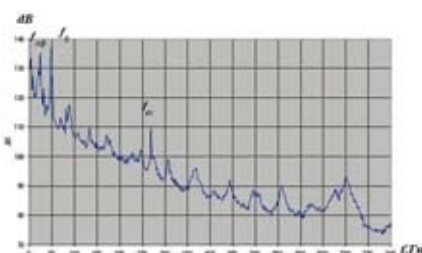


Рис. 6. Частоты насоса, уровень шума которых сопоставим с шумом МДУ

Спектр – широкополосный с тональными составляющими, которые определяются периодическими переменными силами, возникающими в результате взаимодействия подвижных и неподвижных элементов конструкции насоса. При этом учитывалось, что излучение

звука, сопровождающее турбулентное течение, определяется как характеристиками турбулентности, так и физическими свойствами поверхностей, ограничивающих поток.

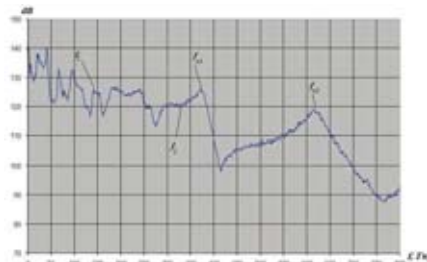


Рис. 7. Результаты анализа и расчета частот вихреобразования для расхода 3 м/с и угла атаки в 105°

Здесь f_1 – частота срыва вихрей на выступе, f_2 – частота срыва вихрей на разделителе потока; f_{k1} – максимум кавитационного шума полости a (см. рис. 3); f_{k2} – максимум кавитационного шума выступающей части поворотного сегмента.

Анализ расчетных и экспериментальных данных для исследуемого МДУ позволил сделать вывод не только о соответствии или не соответствии изделия требованиям по виброшумовым характеристикам и гидродинамическому шуму, но и указать пути уменьшения шума, которые могут заключаться в следующем:

- для уменьшения уровня шума необходимо избегать острых углов на обтекаемом профиле корпуса МДУ, т.е. на нем не должно быть острых выступов и изменения формы в виде любых углов (округление переходов между сечениями);

- для уменьшения интенсивности пульсаций давления можно рекомендовать отсос части потока внутрь обтекаемого тела. И, как показано в [3], этот метод изменения структуры гидродинамического потока наиболее приемлем для уменьшения шума турбулентного потока, который сосредотачивается около низких частот;

- для предотвращения возникновения кавитации на поверхности нужно так распределить нагрузку, чтобы ни в одной точке поверхности давление не было ниже давления водяного пара. Уменьшение нагрузки может быть достигнуто, например, за счет увеличения площади поверхности

подвижного сегмента МДУ обтекаемого потоком;

- для предотвращения возникновения кавитации краевых вихрей можно рекомендовать уменьшение скорости потока (увеличение проходного сечения) или увеличение статического давления и придание сглаженной (закругленной) формы всем выступающим поверхностям;

- разделитель потока необходимо выполнить в форме обтекаемого (как у крыла) профиля, закругленного со стороны натекания потока и вытянутой задней оконечностью с углом сходимости порядка 10° – 18° [6].

В заключение можно отметить, что проделанная работа позволяет более полно использовать возможности унифицированного стенда ФГУП «ПО «Севмаш» для анализа полученных результатов и тем самым на месте повысить надежность и качество внедряемого на судах оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аэрогидродинамический шум в технике: Пер с англ. / Под ред. Р.Хиклинга – М.: Мир, 1980. – 236 с.
2. Блохинцев Д.И. Акустика неоднородной движущейся среды. – М.: Наука, 1981. – 208 с.
3. Болотов В.М., Плахов Д.Д., Яковлев В.Е. Акустические шумы и помехи на судах. – Л.: Судостроение, 1984. – 210 с.
4. Колесников А.Е. Шум и вибрация. – Л.: Судостроение, 1988. – 248 с.
5. Корнилов В.И. Проблемы снижения турбулентного трения активными и пассивными методами (Обзор) // Теплофизика и аэромеханика. – 2005. – Т. 12. – №2.
6. Простаков А.Л. Гидроакустика и корабль. – Л.: Судостроение, 1967. – 202 с.
7. Романов В.Н., Иванов В.С. Излучение звука элементами судовых конструкций: – СПб.: Судостроение, 1993. – 212 с.
8. Справочник по технической акустике / Пер. с нем. под ред. М. Хекла и Х.А. Мюллера. – Л.: Судостроение, 1980. – 440 с.
9. Справочник по судовой акустике / Под ред. И.И.Клюкина. – Л.: Судостроение, 1978. – 504 с. ■

Морские нефтяные платформы (как стационарные, так и плавучие) представляют собой сложные инженерные сооружения, оборудованные многочисленными механизмами, приборами, устройствами и системами, с помощью которых осуществляется управление разнообразными технологическими процессами, связанными с освоением морских углеводородных ресурсов, а также обеспечивается безопасность жизнедеятельности людей и сохранность платформ [1].

Из мировой практики известно, что даже при условии применения высоконадежных, современных технических средств и технологических регламентов на морских нефтяных платформах периодически возникают аварии, вызванные недостатками в проектировании и постройке сооружений, отказом систем управления и устройств и, конечно, влиянием человеческого фактора, когда в условиях ограниченной производственной площадки малейшая ошибка и неправильные действия персонала платформ могут привести к негативным последствиям. При этом следует учесть, что на человеческий фактор в значительной степени влияют уровень профессиональной подготовки, практический опыт и навыки в работе.

Именно поэтому государства, участвующие в процессе активного возрастания освоения Мирового океана, заинтересованы в сведении до минимума потерь людей и материальных ценностей в чрезвычайных ситуациях.

Регламентация всех мер, связанных с обеспечением безопасности жизни людей на море, осуществляется в рамках SOLAS (Safety of life at sea) – Международной конвенции по охране человеческой жизни на море. За рубежом этой проблеме уделяется большое внимание, создаются соответствующие национальные программы (Норвегия, Великобритания), для реализации которых выделяются значительные финансовые и материально-технические ресурсы. В рамках таких программ разрабатываются широкомасштабные технические и организационные мероприятия.

Технический аспект этой проблемы заключается, во-первых, в необходимости совершенствования надежности и безопасности самих сооружений, во-вторых, в выборе и использовании в каждой конкретной аварийной ситуации наиболее эффективного способа эвакуации и в оснащении платформ – высокоэффективными спасательными устройствами и средствами поиска людей в море, а также в совершенствовании средств жизнеобеспечения людей после гибели сооружений и защиты их от воздействия неблагоприятных факторов.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ, АВАРИЙНО- СПАСАТЕЛЬНАЯ И ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ПОДГОТОВКА ПЕРСОНАЛА НЕФТЯНЫХ ПЛАТФОРМ

Р.Н. Караев, Учебно-тренажерный центр Государственной нефтяной компании Азербайджанской Республики,
В.Н. Разуваев, д-р техн. наук, проф., СПбГМТУ,
контакт. тел. (812) 4940931

Эвакуация, являющаяся решающим этапом спасательной операции, сама по себе связана с определенным риском для жизни людей, особенно в штормовых условиях (табл. 1).

В морской практике в режиме чрезвычайной ситуации могут использоваться при необходимости следующие способы эвакуации [2]: на воздушном транспорте (вертолете); на морском транспорте (судне); Walk Way (переход с опасного, терпящего бедствие участка платформы или эстакады на безопасный участок); на спасательных шлюпках; на надувных и жестких спасательных плотах; с использованием средств прямой эвакуации; Step into the water – ступить (шагнуть) в воду.

Способ эвакуации выбирается с учетом конкретных условий, сложившихся на гнущейся платформе в зависимости от ее технического состояния и возможности использования вышеуказанных технических средств с учетом погодных условий.

Очевидно, что каждая нефтяная платформа должна иметь полный комплект спасательных средств (как коллективных, так и индивидуальных), которые обеспечат эвакуацию персонала с гнущейся платформы и в условиях относительной безопасности помогут дождаться помощи аварийно-спасательных партий.

Спасательные средства, применяемые на нефтяных платформах, подразделяются на три группы (рис. 1): коллективные, индивидуальные и средства прямой эвакуации. Как видно из схемы, средства спасения отличаются большим разнообразием и неоднородностью конструктивного исполнения. Анализ широкого спектра спасательных устройств, допускаемых к использованию на нефтяных платформах, позволяет заключить следующее.

Спасательные средства использующие спусковые устройства гравитационного типа с заваливающимися

Таблица 1
Возможные причины гибели людей при возникновении аварий

Стадия и средство эвакуации	Причина гибели людей
Возникновение аварии	Появление факторов аварии: выброс газа, пожар, взрыв, опрокидывание платформы, поступление воды и т.п.
Сбор у мест посадки в средства эвакуации	Невозможность покинуть помещения, загроможденность путей следования к месту сбора.
Эвакуация:	
вертолетом	При ожидании вертолета, авария вертолета и т. п.
судном	При посадках, аварии судов и т.п.
в спасательных шлюпках	При посадке, неудачном спуске (удары о металлоконструкции платформ при использовании гравитационных шлюпбалок) и т.п.



Рис. 1. Классификация спасательных средств нефтегазопромысловых сооружений

шлюпбалками, обеспечивают вертикальный спуск шлюпки относительно нока стрелы только лишь после вываливания стрел шлюпбалок за борт платформы. Между тем операция по вываливанию шлюпок с людьми на борту относится к категории нелегких и небезопасных (см. табл.1). Кроме того, спуск шлюпки на поверхность моря, особенно при волнении, при кажущейся простоте – операция сложная и опасная. Шлюпку необходимо приводнить на подошву волны, а затем, во время подъема шлюпки волной (на гребне волны), отдать одновременно носовой и кормовой спусковые лопасти. При этом старшине шлюпки нужно буквально уловить момент для отдачи гаков спуско-подъемного приспособления и отскочить, в полном смысле этого слова, от аварийного объекта.

Стремление сократить продолжительность спасательной операции привело к появлению нового типа шлюпок – свободнопадающих (Freefall). В зависимости от модели такой свободнопадающей шлюпки входной люк может располагаться как в торцевой части кормы, так и по бортам. Бортовая компоновка входных люков более предпочтительна, так как при этом значительно ускоряется процесс посадки.

Конструкция спасательных шлюпок свободного падения предусматривает совершенно новую систему спуска, существенно отличающуюся от традиционных двух лопастных спусковых систем с использованием шлюпбалок.

Быстротечный продольный спуск шлюпки типа Freefall условно можно разделить на четыре этапа: движение по раме (слипу); свободное падение после отделения от рамы (слипа); погружение носовой части шлюпки в воду; всплытие и свободное движение шлюпки по инерции. При свободном падении шлюпки в воду по направляющим под действием собственной силы тяжести пассажи-

ры, находящиеся в салоне, испытывают ударные перегрузки, кроме того, их оглушает шум при движении шлюпки по наклонному стапелю. В подобных условиях возрастает вероятность травмирования, а также неблагоприятной реакции организма на «мгновенную оглушенность». Однако по личному наблюдению одного из авторов статьи Р.Н. Караева, принимавшего непосредственное участие в опробовании шлюпок этого типа, в ходе падения, а процесс длится 2–3 сек., пассажир не успевает осознать происходящее, т.е. как шлюпка всплывает на поверхность воды, благодаря незначительной абсолютной величине перемещения за счет использования искусственных амортизирующих и других устройств безопасности существенно уменьшается отрицательный эффект ударных нагрузок.

Устройства прямой эвакуации по степени их приспособленности к работе в условиях развитой качки судов на взволнованной поверхности моря могут

также использоваться не только в качестве спасательных средств при эвакуации персонала в аварийных ситуациях, но и в качестве пересадочных средств в режиме нормальной эксплуатации платформ.

Особо следует упомянуть о системе Skyscape, представляющей собой сетчатый рукав зигзагообразной формы (рис. 2). Рукав разделен на секции металлическими кольцами и разворачивается гравитационным способом по направляющим тросам, натяжение которых обеспечивается стабилизирующим грузом. Данная система пользуется повышенным спросом у зарубежных компаний, занимающихся разработкой нефтяных месторождений Северного моря. С помощью этой сравнительно простой системы обеспечивается безопасный и удобный спуск эвакуируемых.

Рассматривая сбрасываемые надувные спасательные плоты, следует отметить основной их недостаток – сброшенный на воду плот иногда раскрывается в перевернутом виде – вверх днищем. Возвращение плота в рабочее положение – операция, требующая практических навыков и сноровки персонала. Весьма сложной является и операция по выходу из салона аварийно-приводненного, перевернутого вертолета (такие аварии на морских вертолетах не редкость).

Одним из важных условий безопасной жизнедеятельности персонала нефтяных платформ является надежная противопожарная защита нефтяных платформ. К мероприятиям, обеспечивающим пожаробезопасность платформ, относятся конструктивная противопожарная защита; системы сигнализации о пожаре и контроля воздушной среды; противопожарные системы; противопожарное оборудование и инвентарь (рис. 3).

Вышеуказанные мероприятия предусматриваются на стадии проектиро-

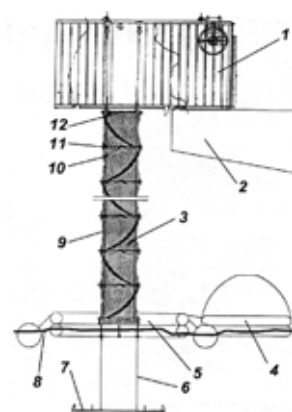


Рис. 2. Спасательная система «Skyscape»: а – общий вид (нижняя часть); б – конструктивная схема

1 – укладочный контейнер; 2 – борт сооружения; 3 – сетчатый рукав; 4 – надувной спасательный плот; 5 – плот-приемник; 6 – направляющий трос; 7 – стабилизирующий груз; 8 – уровень моря; 9 – соединительные элементы; 10 – направляющий палец; 12 – соединительное кольцо

вания и строительства платформ в соответствии с требованиями классификационных обществ.

Однако, как показывает практика, отсутствие навыков по использованию разнообразных спасательных и противопожарных технических средств отрицательно сказывается на способности людей выжить при возникновении чрезвычайной ситуации и предопределяет необходимость их подготовки к поведению в этих условиях.

Последнее требование определяет **организационный аспект** проблемы сохранения человеческой жизни на море.

Учитывая технологическую предназначенность нефтяных платформ, штат последних комплектуется в основном специалистами по бурению скважин и добычи нефти, строителями, геологами и т.п., т.е. контингентом, который незнаком с теоретическими и методическими основами аварийно-спасательной и противопожарной подготовки, предусматривающей умелое использование и непрерывное совершенствование практических навыков работы со спасательными средствами, противопожарным оборудованием и инвентарем. Именно поэтому зарубежный стандарт предусматривает подготовку и периодическую переподготовку всего персонала нефтяных платформ в специальных учебно-тренажерных центрах, по окончании которых выдается специальный сертификат (свидетельство). Кстати, это требование закреплено в соответствующих нормативных актах.

Курсы для морских нефтяников за рубежом проводятся по стандарту Международной организации по профессиональной подготовке работников морской нефтегазовой промышленности – Offshore Petroleum Industry Training organization (OPITO, Великобритания) или по стандарту Норвежской ассоциации нефтяной промышленности The Norwegian oil industry association (OLF).

Цель обучения – достижение профессиональной подготовки и натренированности персонала, обеспечение должной организованности, слаженности, а также точности и быстроты действий по квалифицированному применению всех средств борьбы за сохранение человеческой жизни на море, практическая обработка приемов эффективного использования имеющихся на морских сооружениях спасательных устройств, средств борьбы с пожаром, дымом в условиях максимально приближенных к аварийным [3].

Международный опыт показывает, что все более очевидным необходимо введение аналогичного требования в отечественные нормативные акты,

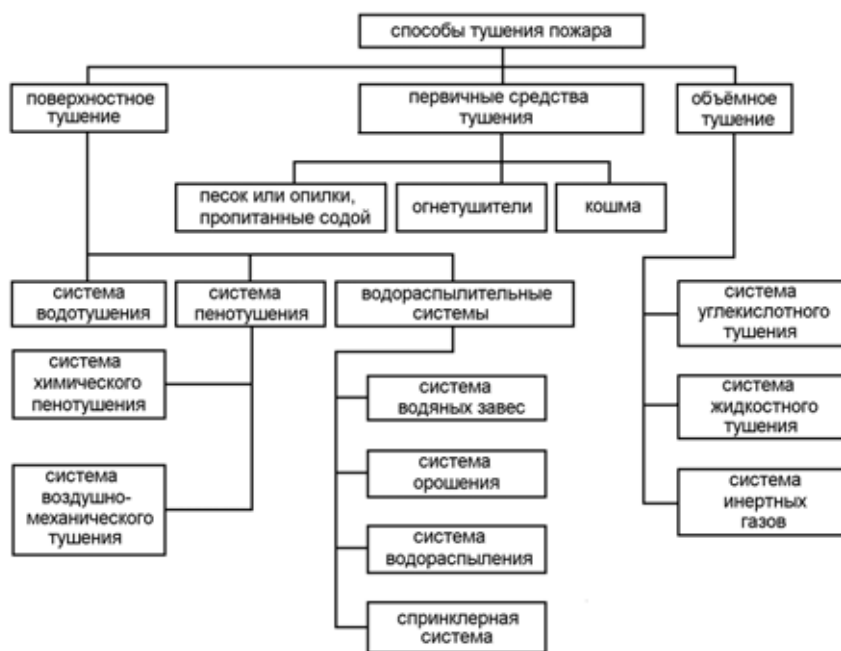


Рис. 3. Классификация систем пожаротушения нефтегазопромысловых сооружений

например, в Правила безопасности при разведке и разработки нефтяных и газовых месторождений на континентальном шельфе. Принимая во внимание, что именно тренажеры позволяют обеспечить наиболее активную, динамически управляемую форму практического обучения, морские учебно-тренажерные центры оборудуются специальными бассейнами, которые оснащаются соответствующими устройствами, системами, механизмами, имитирующими волнообразование, шумовые эффекты, аварийное приводнение вертолета и его переворачивание в воде и т.д. [4]. В этом плане показательным является учебно-тренажерный центр, созданный в Баку по проекту Р.Н. Караева.

Учебный корпус включает кабинеты по: морской безопасности и выживанию на море; противопожарной безопасности; подводно-техническому и водолазным работам; оказанию первой, доврачебной медицинской помощи. Кабинеты оборудованы необходимыми наглядными пособиями, видеотехникой, макетами и т.п. В дополнение для переподготовки состава нефтегазопромыслового флота созданы кабинеты по судовым радиолокационным средствам и глобальной морской системы связи при бедствии и для обеспечения безопасности мореплавания (ГМССБ).

На тренажерном полигоне общей площадью около 10 000 м² размещены противопожарный тренажер, дымовой лабиринт, тренажер по борьбе с водой, три специальных бассейна (рис. 4).

Противопожарный тренажер позволяет проводить тренинги с первичными средствами огнетушения, в том числе

с огнетушителями (пенный, порошковый, углекислотный и т.п.), переносным пеногенератором, воздушно-пенным стволом и т.д. Конструкция тренажера и система коммуникаций обеспечивают возможность применения в качестве огнегасящих агентов воду и пену. В качестве объекта горения используется металлический макет вертолета и два поддона, в качестве горючего вещества – технический спирт.

Дымовой лабиринт, предназначенный для проведения тренинга пожарных расчетов в условиях сильной задымленности, представляет собой двухэтажное строение, собранное из трех 20-футовых контейнеров, соединенных между собой наклонными трапами. Имитация задымленности помещений создается, так называемым, «театральным дымом», который вырабатывается специальными аппаратами.

Тренажер по борьбе с водой, предназначенный для отработки действий персонала плавучих буровых установок по заделке пробоин и восстановлению водонепроницаемости корпусов понтонов плавучих буровых установок, – это металлический макет корпусного отсека с имитаторами пробоин разных диаметров. Морская вода насосом подается к распределительной цистерне (ресиверу) с приварными патрубками, к которым подсоединены задвижки, регулирующие поступление воды в отсек через имитаторы пробоин.

Крытый тренировочный бассейн-новый комплекс включает три бассейна, два из которых предназначены для проведения тренинга по возвращению перевернутого плота в рабочее положение;

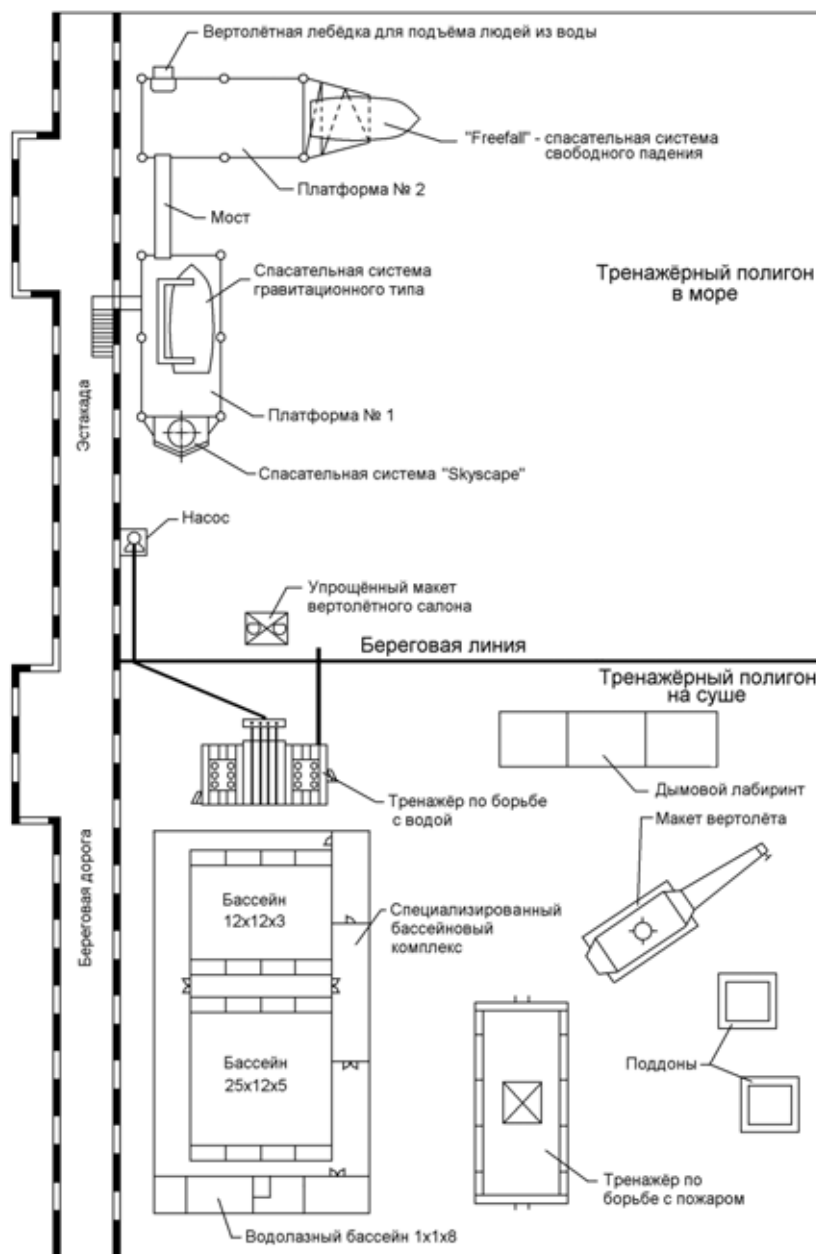


Рис. 4. План-схема тренажерного полигона

отработки действий персонала по выживанию в условиях одиночного или группового нахождения людей в воде; по выходу человека из кабины затонувшего вертолета и т.п. При этом предусматривается проведение тренинга со световым и звуковым сопровождением, в условиях волнения, создаваемого волнопродуктором.

Третий бассейн – технологический, предназначен для отработки действий водолазов по проведению подводно-технических операций, связанных с установкой подводных манифольдов и донной опорной плиты, фонтанной арматуры; ремонтом подводно-устьевого оборудования, подводных металлоконструкций нефтяных платформ, подводных коммуникаций и т. п.

При этом с учетом мирового опыта для эффективной подготовки во-

долазов и операторов телеуправляемых подводных аппаратов тренинг проводится в условиях практических погружений в технологический (водолазный) бассейн с использованием макетов или рабочих образцов ремонтируемого оборудования и компьютерных симуляторов для поддержания навыков операторов телеуправляемых подводных аппаратов.

Для отработки действий персонала нефтяных платформ по использованию спасательных устройств гравитационного типа, спасательных систем типа Freefall и Skyscape, надувных сбрасываемых и спускаемых плотов в реальных морских условиях на расстоянии 250 м от берега установлены две платформы, соединенные между собой металлическим мостом. Общая площадь рабо-

чей палубы двух платформ – около 150 м², высота палубы от уреза воды – ок. 12 м.

На палубе одной из платформ кроме вышеуказанных коллективных спасательных средств смонтирован также макет дверного проема вертолета, на котором установлена специальная вертолетная лебедка, для проведения тренинга по подъему людей, либо непосредственно с поверхности моря, либо со спасательных шлюпок или плотов.

Для обучения персонала нефтяных платформ приемам спасения из упавшего и перевернувшегося в воде вертолета в реальных морских условиях предназначен упрощенный макет кабины вертолета. Тренажер вместе с пассажиром, пристегнутым к креслу, погружается в воду и с помощью ручного маховика осуществляется переворот кресла с человеком. При этом последний, отстегнувшись от ремня, обязан через иллюминатор выплыть из затонувшей кабины.

Завершая рассмотрение одного из жизненно важных и приоритетных направлений сохранения человеческой жизни на акватории морских нефтепромыслов, необходимо отметить стратегическую значимость этой проблемы.

Положительные оценки деятельности компаний занимающихся освоением нефтегазовых месторождений существенно влияют на их престиж и играют не последнюю роль при формировании международных альянсов в ходе проведения международных тендеров.

Высокий уровень планирования и организации мероприятий по проведению аварийно-спасательной подготовки, оснащение платформ высокоэффективной спасательной техникой, постоянная готовность персонала и технических средств к действиям в аварийном режиме – гарантия того, что при чрезвычайных ситуациях будут приняты все необходимые меры для сохранения жизни персонала нефтяных платформ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Караев Р.Н. Плавающие сооружения морской нефтегазовой индустрии. – Баку, ЭЛМ, 2006.
2. Он же. Выживание на море. – Баку, ЭЛМ, 2000.
3. Караев Р.Н., Исмаилов Ю.А., Садыхов Р.Н. Руководство по сохранению человеческой жизни на море. – Баку, ГНКАР, 2003.
4. Караев Р.Н., Разуваев В.Н., Портной А.С. Океанотехника и морские операции на шельфе. – СПб.: «Моринтех», 2008. ■

Автоматическая идентификационная система (АИС) – многофункциональная информационно-техническая система, оборудование которой устанавливается на судах и в береговых службах в целях обеспечения безопасности мореплавания и автоматизации обмена навигационной информацией.

Следует заметить, что оборудование АИС, будучи средством обеспечения безопасности плавания, одновременно начинает все больше использоваться и для целей навигации как резервное средство. Это приводит к тому, что разработка подобной аппаратуры осуществляется с учетом требований, предъявляемых, в том числе, к навигационному оборудованию. В настоящее время такой подход становится особенно актуальным в связи с развитием концепции Е-Навигации, разрабатываемой международными организациями ИМО и МАМС.

Е-Навигация определяется как «гармонизированные мероприятия по сбору, интеграции, обмену, представлению и анализу навигационной информации, касающейся судоходства, на судах и в береговых службах посредством электронных технологий для повышения уровня безопасности мореплавания, качества и эффективности работы соответствующих служб обеспечения безопасности мореплавания, охраны на море и защиты окружающей среды» [1].

АИС технологии играют большую роль в концепции Е-Навигации наряду с другими инструментами [2]. В их числе:

- электронные системы позиционирования – глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) GPS (США), ГЛОНАСС (Россия), Галилео (ЕС), КОМПАС (Китай), QZSS (Япония), IRNSS (Индия);
- дифференциальные ГНСС, передающие поправки по радиомаячному каналу, по каналу УКВ АИС, по каналам систем спутниковых дополнений: SBAS, WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN, SDCM;
- наземная радионавигационная система e-LORAN;
- радиолокационные системы;
- не радионавигационные системы (инерциальные);
- системы обмена данными и слежения;
- электронные картографические и навигационные информационные системы;
- морские информационные системы.

Участие в работе международных организаций позволяет компании «Транзас» отражать техническую политику Российской Федерации, влиять на уровень технологии, оперативно реализовывать последние требования в разрабатываемой аппаратуре и поддерживать высокий уровень ее качества. В частности, в 2009 г. ЗАО «Транзас» завершило

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВА ЗАО «ТРАНЗАС»

В.А.Атаманюк, канд. техн. наук, зам. технического директора,
Ю.В.Базюк, канд. техн. наук, технический директор,
Ю.И.Базаров, канд. техн. наук, зам. технического директора, ЗАО «Транзас»,
Е.Л.Бродский, канд. техн. наук,
начальник Бассейнового узла связи ГБУ «Волго-Балт»,
А.Н.Ратнер, канд. техн. наук, зам. генерального директора ЗАО «Транзас»,
контакт. тел. (812) 3253131

разработку, испытания и подготовку к серийному выпуску аппаратуры АИС нового поколения, в том числе:

- судовой аппаратуры универсальной АИС класса «А» «ТРАНЗАС АИС Т-104»,
- судовой аппаратуры АИС для морских и речных судов класса «В» «ТРАНЗАС АИС Т-601» («CS»-технология),
- судовой аппаратуры АИС для морских и речных судов класса «В» «ТРАНЗАС АИС Т-601» («SO» – технология, соответствующая проекту стандарта МЭК/IEC 62287-2),
- лоцманского транспондера АИС «ТРАНЗАС АИС Т-603».

Работы по тематике АИС проводились по заказу Министерства промышленности и торговли РФ в рамках ФЦП «Глобальная навигационная система» (ОКР «АИС-Транспондер») и, частично, в инициативном порядке. Все разработанные системы обеспечивают работу с использованием сигналов ГНСС ГЛОНАСС/GPS/GALILEO и учитывают все требования Международного стандарта для систем обнаружения и слежения за судами на внутренних водных путях (Резолюция № 63 – Стандарт Inland AIS). Для реализации требований стандарта Inland AIS в модификации УАИС класса

«А» «ТРАНЗАС АИС Т-104» реализован обмен дополнительными сообщениями (табл. 1) и модифицировано программное обеспечение ЭКНИС «Navi-Sailor 4000 Pilot».

Пример отображения принятых сообщений (данных) от Inland AIS приведен на рис. 1. В модифицированной ЭКНИС «Navi-Sailor 4000 Pilot» программно реализована возможность исключения аппаратуры пульта управления и отображения из состава АИС класса А.

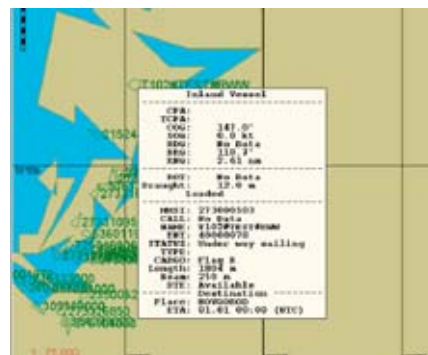


Рис. 1. Фрагмент отображения Inland AIS

При разработке аппаратуры АИС ЗАО «Транзас» комплексно решает задачи обеспечения безопасности плавания

Таблица 1

Виды дополнительных сообщений

Функциональный идентификатор сообщения	Направление передачи	Широковещательная передача	Адресная передача	Описание специального сообщения для внутреннего судоходства
10	С судна	X		Статические данные о судне внутреннего плавания и сведения о рейсе
21	То же		X	ETA к шлюзу/мосту/ терминалу
22	„		X	RTA к шлюзу/мосту/ терминалу
23	„	X		Предупреждение ЕМИП
24	С берега	X		Уровень воды
40	То же	X		Статус сигналов
55	С судна	X	X (желательно)	Число людей на борту

и навигации, учитывая следующие объективные предпосылки:

1) согласно Правилу 19 гл. V Конвенции СОЛАС («Требования к оснащению судов навигационными системами и оборудованием») предписывается обязательность установки на судах приемника глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) и автоматической идентификационной (информационной) системы (АИС);

2) согласно ТЭТ [4], АИС класса «А» может использоваться как резервное средство навигационного обеспечения;

3) задачи навигации и безопасности плавания решаются на единой базе определения координат по ГНСС. Требования по точности определения координат аппаратурой ГНСС и аппаратурой АИС одинаковые;

4) оборудование АИС отвечает всем требованиям к обеспечению безопасности плавания судна. Встраиваемый в АИС приемник ГНСС отвечает требованиям основных нормативных документов к навигационному обеспечению;

5) судовая аппаратура спутниковой навигации и судовая аппаратура АИС подлежат сертификации в части соответствия требованиям по функционированию в условиях ЭМС, устойчивости к воздействию климатических и механических факторов по одному и тому же международному стандарту МЭК 60945;

6) опыт использования на судах аппаратуры спутниковой навигации и судовой аппаратуры АИС показывает их высокую эксплуатационную надежность;

7) отображение навигационной информации и информации о безопасности судна реализуются на базе ЭКНИС (или ЭКС).

Судовая аппаратура универсальной автоматической идентификационной системы класса «А» («ТРАНЗАС АИС Т-104»), работающая с использованием сигналов ГНСС ГЛОНАСС, GPS, GALILEO, предназначена для установки на морских судах и судах смешанного (река-море) плавания (согласно п.2.4 Правила 19 Гл. V Конвенции СОЛАС), крупнотоннажных речных судах (рис. 2). Она повышает безопасность мореплавания в открытом море и прибрежных водах путем автоматического обмена навигационной, статической и рейсовой информацией между судами



Рис. 2. Судовая аппаратура АИС класса «А» «ТРАНЗАС АИС Т-104»

и береговыми станциями. Разработана в соответствии с последними требованиями: ITU-R M.1371-3, IEC 61993-2 Ed.2, IEC 61162-1,2, ITU R-M.825-3, IEC 60945, ТЭТ Минтранса РФ.

Одновременно разработана модификация аппаратуры АИС типа класса «А», которая учитывает все требования Международного стандарта для систем обнаружения и слежения за судами на внутренних водных путях (Резолюция № 63 – стандарт Inland AIS).

Для реализации требований Резолюции № 63 и управления судами ВВП инициативно модернизирована и береговая (базовая) станция АИС Т214 (рис.3), которая соответственно передает и принимает сообщения, согласно табл. 1.



Рис. 3. Береговая станция АИС Т214

Судовая аппаратура автоматической идентификационной системы класса «В» для морских и речных судов класса «В» («ТРАНЗАС АИС Т-601», рис.4) предназначена для установки на судах, не подпадающих под действие Конвенции СОЛАС. Она обеспечивает передачу и прием динамической информации, а также сообщений, касающихся безопасности плавания, определяет координаты и скорость судна по ГНСС ГЛОНАСС, GPS, Galileo.

Соответствует требованиям IEC 62287-1 CS, рекомендации ITU-R M.1371-3 и в части, касающейся стандартов IEC 61108, IEC 60945, IEC 61162-1,2. Дополнительно принимает сообщения, согласно Резолюции № 63.



Рис. 4. Судовая аппаратура АИС «ТРАНЗАС Т-601»

Изготовлена в инициативном порядке аппаратура АИС класса «В» SO, которая соответствует проекту стандарта МЭК/IEC 62287-2 и наряду с Inland AIS (на базе АИС класса «А») рекомендована Резолюцией № 63 для установки на судах ВВП.

Лоцманский транспондер АИС – упрощенный транспондер АИС для речных судов («ТРАНЗАС АИС Т-603»), работающий с использованием сигналов ГНСС ГЛОНАСС, GPS, GALILEO, предназначенный для обеспечения лоцманской проводки речных судов. Обеспечивает ввод, передачу, прием и отображение статической, динамической, рейсовой информации, а также сообщений, касающихся безопасности плавания.

Лоцманский транспондер «ТРАНЗАС АИС Т-603» соответствует требованиям к АИС класса «В»: IEC 62287-1, рекомендации ITU-R M.1371-3 и в части, касающейся стандартов IEC 61108, IEC 60945, IEC 61162-1, 2. Дополнительно принимает информацию согласно Международному стандарту для систем обнаружения и отслеживания судов на внутренних водных путях (стандарт Vessel Tracking and Tracing Standard for Inland waters. Inland AIS Standard, Ed. 2, ноябрь 2007).

ГНСС GALILEO позволит определять координаты места судна с погрешностью, не превышающей 15м (95%) [5]. Совместная обработка измерений трех систем позволит получить погрешность определения координат места в разовой обсервации менее 10 метров (95%).

Лоцманский транспондер выполнен в виде герметичного кейса (рис. 5), в котором расположены антенны, аппаратура АИС со встроенным приемником ГНСС, аккумуляторная батарея с зарядным устройством и ноутбук с программным обеспечением ЭКНИС «Navi-Sailor 4000 Pilot». Для проведения работ, кейс с аппаратурой АИС и антеннами крепится на верхней палубе, а ноутбук устанавливается в ходовой рубке. Обмен информацией между АИС транспондером и ноутбуком осуществляется с помощью беспроводной связи Wi-Fi.



Рис. 5. Лоцманский транспондер «ТРАНЗАС АИС Т-603»

Одним из путей повышения точности плавания и обеспечения безопасности на фарватерах, в узкостях, при плотном движении судов согласно концепции Е-Навигации является учет дифференциальных

поправок (ДП) судовой навигационной аппаратурой ГНСС.

Аппаратура АИС принимает дифпоправки, передаваемые береговой станцией АИС по каналу УКВ, и встроенный приемник ГНСС учитывает их.

ЗАО «Транзас» совместно с ГБУ «Волго-Балт» и ЗАО «КБ НАВИС» в июле 2009 г. провело натурные испытания по оценке точности определения координат места судном с учетом дифференциальных поправок и времени устаревания передачи дифпоправок по каналу УКВ АИС.

Для формирования дифференциальных поправок ГЛОНАСС/GPS на испытаниях использовался комплекс оборудования дифференциальной подсистемы ГНСС ГЛОНАСС/GPS «СН-3500МКА» (производства ЗАО «КБ НАВИС») в составе: аппаратура контрольно-корректирующей станции (ККС), включающая основную и резервную опорные станции (ОС), основную и резервную станции интегрального контроля (СИК), контрольную станцию (КС).

Для передачи дифпоправок, приема их и выдачи в СИК для последующего контроля достоверности был использован следующий состав комплекта аппаратуры АИС:

- базовая станция автоматической идентификационной системы АИС «ТРАНЗАС АИС Т-214», передававшая дифпоправки ГНСС (ГЛОНАСС и GPS) на каждом канале «А» и «В» каждые 6 секунд;

- аппаратура УАИС для судов класса «А» «ТРАНЗАС АИС Т-102», принимавшая дифпоправки (сообщение № 17) и выдававшая их в СИК достоверности передачи поправок;

- аппаратура УАИС для судов класса «А» «ТРАНЗАС АИС Т-102», установленная на лоцманском катере «АИСТ», принимавшая дифпоправки, которые учитывались встроенным приемником ГНСС при определении координат места;

- аппаратура АИС для судов класса «В» «ТРАНЗАС АИС Т-601», принимавшая дифпоправки, которые учитывались встроенным приемником ГНСС при определении координат места.

Комплекс дифференциальной подсистемы и комплект аппаратуры АИС проверялся на соответствие разработанному ЗАО «ЦНИИМФ» документу «Требования к техническим характеристикам комплекса оборудования контрольно-корректирующей станции и базовой станции автоматической идентификационной системы при формировании и передаче дифференциальных поправок ГНСС по каналу УКВ АИС».

На рис. 6 и 7 показаны экспериментально полученные точности определения координат судна с учетом и без учета дифференциальных поправок.

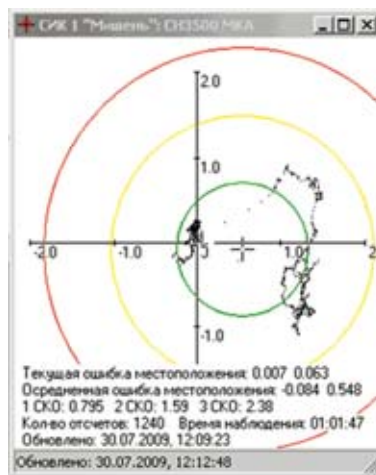


Рис. 6. Точность определения координат судна без учета дифференциальных поправок



Рис. 7. Точность определения координат судна с учетом дифференциальных поправок

Результаты испытаний показали, что погрешность определения места судна при учете дифпоправок составляет менее 1.0 м ($p = 0.95$).

Максимальное время устаревания поправок в режиме передачи базовыми станциями сообщений 1, 31 по ГНСС ГЛОНАСС/GPS составило:

- для судовой АИС класса «А» «ТРАНЗАС АИС Т-102» (на лоцманском судне «АИСТ») 12 с (для сообщения RTCM № 1) и 10,2 с (для сообщения RTCM № 31);

- для судовой АИС класса «В» «ТРАНЗАС АИС Т-601» 26,4 с (для сообщения RTCM № 1) и 24 с (для сообщения RTCM № 31).

Расписание работы базовой станции «ТРАНЗАС АИС Т-214» составлено так, что при выходе из строя какого-нибудь спутника, время доведения информации до потребителя в его неисправности не превышает 10с (соответствует требованию МАМС).

В период проведения испытаний одновременно наблюдалось от 41 до 104 судов, в том числе не более 16 судов на ходу, передающих сообщение «1» с интервалом 10 секунд. Суда, ошвартованные, а также стоящие на якоре, передавали сообщение «1» с интервалом 3 минуты.

Наблюдалось только около 18 % судов, оборудованных приемниками дифпоправок и принимающих их от контрольно-корректирующих станций ГНСС в радиомаячном диапазоне волн. Это определялось по сообщению «1» с наличием признака точности «High» в течение времени, когда береговые станции АИС не передавали дифпоправки по каналам АИС.

В дифференциальный режим переходили 62.8-79.8% судов (признак High) при передаче сообщения «17» (дифференциальные поправки) береговой станции АИС. Аналогичная картина наблюдалась и в 2007 г. [6]. Суммарная нагрузка каналов АИС передачей дифпоправок ГНСС ГЛОНАСС (сообщение 31) и GPS (сообщение 1) не превышала 2.2%.

Полученные результаты полностью удовлетворяют требованиям МАМС (Рекомендация А-124) к передаче ДГНСС (ГЛОНАСС/GPS) поправок.

Результаты этих испытаний докладывались на встрече FERNIS в Корее в ноябре 2009 г. [7].

ЛИТЕРАТУРА

1. Мат-лы Конференции ИМО и МАМС, Лондон, 2007.
2. Мат-лы сессии МАМС e-Navigation 7, Ник Вард, Махеш Алимхандани, 2009 г.
3. В.А.Атманюк, Ю.И.Базаров, Р.Н.Модеев АИС-технологии в обеспечении безопасности плавания // Морской вестник. – 2009. – № 2.
4. Техничко-эксплуатационные требования к судовой аппаратуре автоматической идентификационной системы. – Минтранс РФ № 02-22/848–77, 2004.
5. Resolution MSC.233 (82). Adoption of the performance standards for shipborne GALILEO receiver equipment, 2006.
6. Ю.И.Базаров, Р.Н.Черняев Докл. на совещании экспертной рабочей группы HELCOM AIS EWG 15/2007, 12 апреля 2007 г. «О статистическом анализе применения судовых приемников ДГНСС на подходах к порту С.-Петербург и испытаниях по передаче на суда дифпоправок ГНСС по каналам базовых станций АИС».
7. Ю.И.Базаров Применение АИС для целей навигации. – 18-я сессия Совета FERNIS, Корея, 2009. ■

Исследование рельефа дна океана в районах Арктики, в том числе определение внешней границы континентального шельфа (ВГКШ), затруднено сложной ледовой обстановкой, что осложняет решение данной задачи надводными кораблями и судами.

В качестве альтернативного способа исследования рельефа дна подо льдами предлагается рассмотреть вариант использования атомных подводных лодок (АПЛ), предназначенных для плавания подо льдом в высоких широтах и способных всплывать с проламыванием льда толщиной до 2,5 м.

Для определения ВГКШ необходимо выполнить значительный объем исследований рельефа дна в Арктическом регионе (рис. 1). Общая длина галсов, по предварительной оценке, может составить 16000 км.

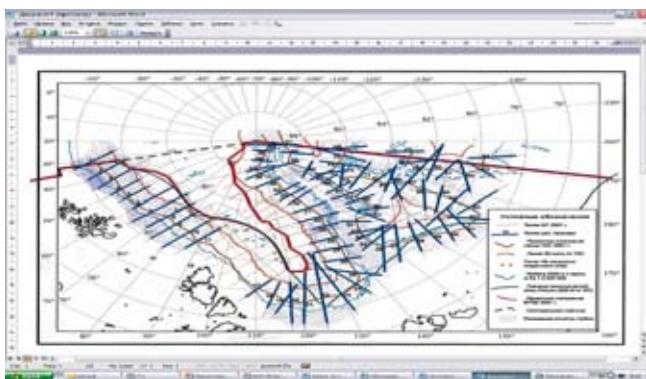


Рис. 1. Объект исследования

Использование АПЛ позволит автономно исследовать рельеф дна, сохраняя прямолинейность назначенных галсов, в условиях сложной ледовой обстановки независимо от толщины льда. При этом возникает проблема выбора средств съемки рельефа дна и средств определения географических координат места в процессе исследования рельефа дна.

Для выбора оптимального состава вышеуказанных средств проведены сравнительная оценка их ТТХ и обозначены возможности использования, оценка необходимости дооборудования АПЛ и района выполнения работ.

Согласно требованиям «Научно-технического руководства комиссии ООН по границам континентального шельфа» батиметрические измерения для определения ВГКШ могут проводиться как с помощью многолучевого, так и однолучевого эхолота.

В качестве однолучевого эхолота может быть применен штатно устанавливаемый на АПЛ однолучевой навигационный эхолот НЭЛ-М1, предназначенный для измерения, индикации и регистрации глубин. Предельные инструментальные погрешности измерения глубин позволяют проводить работы с требуемой точностью [в соответствии со стандартом ИНО S-44 – (1+2,3%) м].

Универсальным прибором для выполнения детальной съемки дна на значительных глубинах является многолучевой эхолот с большой шириной полосы захвата. Его точность должна соответствовать специальным требованиям ИНО (Международная гидрографическая организация), эхолот также должен быть адаптирован к установке на АПЛ с глубиной погружения до 200–300 м.

Преимущество многолучевого эхолота заключается в возможности производить съемку рельефа дна в полосе шириной 15 км и более (в зависимости от глубины), что позволяет оценивать изменения глубины и характера рельефа на участке большей площади. В качестве такого эхолота может

АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СПОСОБ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЛЬЕФА ДНА ПОДО ЛЬДАМИ АРКТИКИ

С.Б. Курсин, канд. техн. наук,
зам. генерального директора ОАО «ГНИНГИ»,
контакт. тел. (812) 3222351

быть применен «SeaBat 7150», однако это потребует дооборудования АПЛ.

Для определения географических координат места подводной лодки могут использоваться как средства внешней коррекции, так и автономные средства навигации АПЛ:

- спутниковая навигационная система (СНС) ГЛОНАСС;
- перспективная радионавигационная система (РНС) «Неман-М»;

- система навигационная подводная (СНП) «Фольклор»;
- автономные средства навигации, установленные на АПЛ. Характеристики средств определения географических координат места приведены в табл. 1.

Таблица 1
Характеристики средств определения географических координат места

Средство	Предельная погрешность выработки координат места, м	Примечание
СНС ГЛОНАСС	30 м	В перископном и надводном положении (полюнья, лед толщиной до 2,5 м, чистая вода)
РНС «Неман-М»	60 м	Позволяет определять координаты места в подводном положении, подо льдом с использованием буксируемого антенно-фидерного устройства
СНП-3 «Фольклор»	Нет данных	Позволяет определять координаты места в подводном положении, подо льдами по заранее выставленным позициям (требует предварительного оборудования района донными маяками-ответчиками)
ИНС	То же	Позволяет проводить исследование дна с требуемой точностью в подводном положении с периодическим (один раз в несколько суток) использованием средств внешней коррекции (СНС, РНС, СНП)

В настоящее время в составе группировки СНС ГЛОНАСС находится 18 спутников, что обеспечивает практически 100%-ную непрерывную навигацию на всей территории России, в том числе и в арктических широтах.

СНС ГЛОНАСС предназначена для непрерывной автоматической выработки текущих координат места и путевой скорости корабля в любой точке земного шара, в любой момент времени и независимо от метеоусловий, выдачи их на устройство индикации с временным интервалом обновления обсервованных координат и проекций вектора скорости не более 1 с. Предельная погрешность ($P = 0,997$) определения текущих значений параметров не превышает 20–30 м при использовании сигналов СНС ГЛОНАСС. Однако ее применение на АПЛ возможно только при всплытии под перископ или в надводное положение (на чистой воде, в полюнья, тонком, до 2,5 м, льду).

Перспективная РНС «Неман-М» предназначена для высокоточного навигационного обеспечения безопасности общего мореплавания, а также для передачи дифференциальных поправок к радионавигационным параметрам глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) ГЛОНАСС/GPS. Дальность действия РНС – 1500 км, контрольно-корректирующих дифференциальных станций (ККДС) – 250 км

СКП определения места АПЛ в рабочей зоне системы составляет 15–60 м в разностно-дальномерном режиме и 5–15 м в дифференциальном режиме.

В состав РНС «Неман-М» могут входить три-четыре наземные станции (НС), передающие радионавигационные сигналы, и три-четыре контрольно-корректирующие дифференциальные станции (ККДС) РНС.

Прием сигналов РНС на АПЛ может осуществляться непрерывно на штыревую, рамочную, а также буксируемую антенну (штатно установленную на АПЛ) как в надводном, так и в подводном положении при плавании подо льдом.

В целях обеспечения действий АПЛ в арктическом районе необходимо развернуть две цепи РНС «Неман-М», что позволит непрерывно определять место с требуемой точностью при плавании подо льдом независимо от ледовой обстановки без специального маневрирования в западном секторе Арктического бассейна до Северного полюса включительно и в восточном секторе до 85° с. ш.

Цепь № 1 «Северо-западная цепь»: Ведущая станция (ВЩ) – архипелаг Земля Франца-Иосифа. Ведомая станция (ВМ) № 1 – архипелаг Шпицберген, ВМ № 2 – остров Ушаков, ВМ № 3 – архипелаг Северная Земля.

Цепь № 2 «Северо-восточная цепь»: ВЩ – материковая часть пролива Мелехова. ВМ № 1 – остров Новая Сибирь, ВМ № 2 – о. Врангеля.

Система навигационная подводная (СНП) предназначена для определения географических координат с использованием донных маяков-ответчиков (ДМО). Принцип работы системы основан на определении места по дистанциям и пеленгам относительно донных маяков-ответчиков (ДМО), географические координаты которых известны с высокой точностью.

В настоящее время используются две навигационные подводные системы: СНП-3 и «Фольклор».

При работе по системе «Фольклор» для определения места достаточно одного ДМО, так как измеряемыми навигационными параметрами являются дистанция и пеленг на маяк-ответчик. ДМО могут выставляться специально оборудованными судами-постановщиками маяков-ответчиков гидрографической службой флота и подводными лодками. В настоящее время отсутствуют суда-постановщики ДМО, способные выполнять работы в условиях сложной ледовой обстановки.

Подводная лодка оборудована четырьмя постановочными устройствами. При постановке ДМО с АПЛ необходимо их координирование с помощью СНС или РНС, что затруднено тяжелой ледовой обстановкой предполагаемого района и длительностью процесса (маневрирование в течение пяти-шести часов).

В состав навигационного вооружения подводной лодки входит навигационный комплекс, основой которого является высокоточная инерциальная навигационная система (ИНС) типа «Симфония», позволяющая АПЛ длительное время вырабатывать географические координаты автономно, без использования средств внешней коррекции.

Навигационный комплекс «Симфония» обеспечивает выработку координат места и курса с заданными точностями при эпизодической коррекции координат места с помощью РНС, СНС и др.

Для выполнения работ АПЛ по съемке рельефа дна подо льдами рассмотрен ряд вариантов. Наиболее оптимальными представляются два.

Первый не требует дооборудования АПЛ, используются лишь штатные морские средства навигации и океанографии: НЭЛ-М1 для съемки рельефа дна, СНС «ГЛОНАСС», НК «Симфония» для выработки географических координат места. Данный вариант не требует дополнительных затрат на переоборудование АПЛ, создание и развертывание радионавигационных системы. Значительно сокращается время на подготовку и выполнение работ. Вместе с тем не обеспечивается заданная точность определения географических координат в районах паковых льдов (восточный сектор Арктики) из-за невозможности всплытия под перископ и в надводное положение, также не обеспечивается сплошное покрытие рельефа дна при съемке (что возможно при использовании многолучевого эхолота).

Второй вариант требует минимального дооборудования района РНС «Неман-М», а АПЛ – приемоиндикатором РНС для выработки географических координат места АПЛ по РНС «Неман-М»; для съемки рельефа дна используется штатный эхолот НЭЛ-М1. При этом имеется возможность выработки координат места АПЛ с высокой точностью, сокращается время на выполнение работ за счет отказа от всплытий. Вместе с тем требуются дополнительные затраты на дооборудование АПЛ и развертывание РНС.

Учитывая длительность развертывания РНС «Неман-М», до ввода РНС в действие целесообразно использовать АПЛ без дооборудования для исследования рельефа дна в западном секторе в северных широтах до 86° с. ш.

Принцип использования подводной лодки при исследовании рельефа дна подо льдами показан на рис. 2.

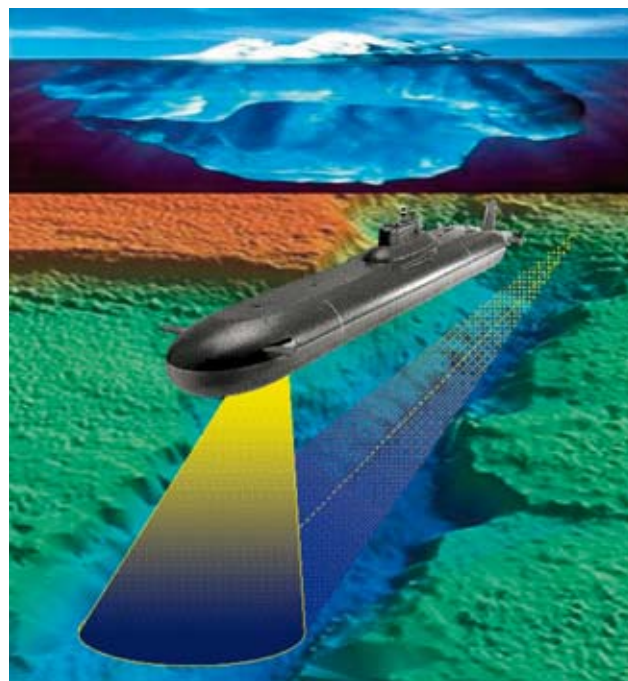


Рис. 2. Принцип использования подводной лодки при исследовании рельефа дна подо льдами

АПЛ в подводном положении проходит по заданным галсам, выполняя съемку рельефа дна установленными техническими средствами (эхолотами). Глубина погружения – 150–200 м – позволяет безопасно осуществлять маневрирование в условиях сложной ледовой обстановки и выход на заданные галсы съемки рельефа.

Предлагаемый способ исследования рельефа дна в районах Арктики, по нашему мнению, позволит успешно разрешить проблему батиметрических съемок в ледовых условиях. ■

Рецензенты:

П. И. Малеев, д-р техн. наук,

П. Г. Бродский, д-р военных наук, проф.

○ обеспечение остойчивости судов – задача многоэтапная. При этом условия эксплуатации судов, специфика проектирования и быстро развивающаяся промысловая техника ставят перед проектантом ряд особых задач, связанных с необходимостью обеспечить высокие мореходные качества и безопасность работы промысловых судов. В частности, одной из таких задач является обеспечение достаточной остойчивости при одновременном повышении того порога погодных условий, при котором еще возможно проведение эффективных промысловых операций.

Требования к некоторым качествам проектируемого судна являются по своей сути противоречивыми и могут даже оказаться несовместимыми. Так, например, для удовлетворения требований к остойчивости проектант вынужден увеличивать начальную метацентрическую высоту, что влечет за собой уменьшение периода бортовой качки, увеличение амплитуд, угловых и линейных скоростей и ускорений, возникающих при бортовой качке судна. Вопросы о том, возможно ли вообще совместить эти требования и, если возможно, то в какой мере и какой ценой, встают перед проектантами на всех этапах проектирования судна, начиная с разработки технического задания.

Известно, что мореходные качества судна зависят от ряда его характеристик и условий эксплуатации. При исследовании этих характеристик нужно иметь сведения о водоизмещении и координатах центра тяжести в течение рейса (изменение нагрузки судна в рейсе). Было бы лучше иметь статистические данные об изменении нагрузки рассматриваемого судна. Однако в реальности таких данных фактически нет. Это можно сделать, если установить для судна определенный (обычно наилучший) порядок приема и расходования жидких запасов, погрузки и разгрузки трюмов. Затем изменение нагрузки судна отражается математическими формулами. И в итоге получаем нагрузку судна в любое время t рейса.

В данной статье приводится пример подхода к разработке математической модели по изменению нагрузки судна в рейсе для МРС Вьетнама, проект 973-011-000.

1. Описание судна [3]. Проект 973-011-000 – это традиционное деревянное вьетнамское рыболовное судно (рис.1), построено в 2004 г. компанией «Semeco» и хорошо зарекомендовавшее себя в эксплуатации. Форма организации промысла – автономная в прибрежном районе. Его продолжительность рейса примерно 20 дней. Время на переход к месту промысла и обратно примерно 4 дня.

При выходе на промысел судно имеет 18 т льда, что на 30% больше, чем требу-

ется из-за условий тропического климата Вьетнама (часть льда тает). Лед расположен по 6 т в трюмах №3 и №4 и 1 т в трюме №5; 5 т дизельного топлива находятся в цистернах машинного отделения Ц3 и Ц4. В цистернах Ц1 и Ц2 в кормовой части судна размещено 4 т пресной воды. Орудия лова находятся в трюме №6. Трюмы №1 и №2 при выходе на промысел – пустые. Улов рыбы хранится в трюмах №1 и №2 со льдом в соотношении 1:2 (1 часть рыбы и 2 части льда). Лед берется из трюмов №3 и №4. Некоторые характеристики судна представлены ниже.

Характеристики судна 973-011-000

Наибольшая длина L_{max} , м.....	18
Расчетная длина L , м.....	16,06
Наибольшая ширина B_{max} , м.....	4,20
Расчетная длина B , м.....	4,09
Высота борта H , м.....	1,80
Осадка T , м.....	1,37
Мощность N_e , л.с.....	105
Продолжительность рейса t_r , сут.....	20

2. Разбивка нагрузки судна на укрупненные составляющие. Для упрощения создания математической модели по изменению нагрузки судна в рейсе разбиваем ее на укрупненные составляющие, так как на реальном судне таблица нагрузки может содержать не-

сколько десятков статей. Исследование всех конкретных статей – весьма трудоемкая задача. Можно обратить внимание на то, что значительную долю всей нагрузки составляют судно, порожень и постоянные грузы. Из переменных статей наиболее значимы две – топливо и рыба со льдом. Именно они в основном определяют изменение нагрузки судна. Остальные переменные статьи нагрузки гораздо менее значимы и некоторые из них в первом приближении можно принять зависящими (прямо или обратно пропорциональными) от основных грузов (ОГ) и основных запасов (ОЗ), другие – постоянными.

В соответствии с этим предлагается всю нагрузку судна разделить на несколько условных укрупненных статей [1]:

Основные запасы (ОЗ): запасы, размещенные в самых крупных цистернах. Для этих цистерн рекомендуется определенный (наилучший) порядок приема и расходования запасов. В нашем случае в ОЗ входят запасы дизельного топлива в цистернах №3 и №4 машинного отделения. Они расположены симметрично, и топливо расходуется из них одновременно.

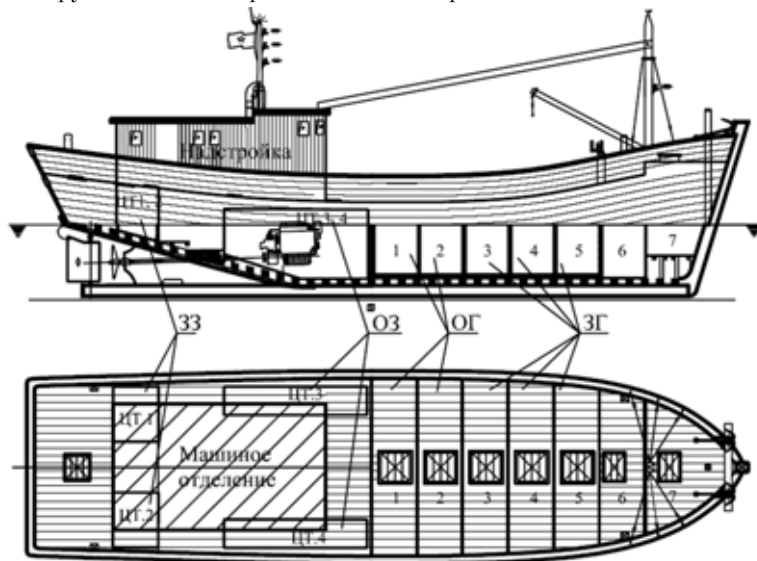


Рис.1. Схема маломерного рыболовного судна, пр. 973-011-000

Основные грузы (ОГ): груз рыбы и льда в трюмах №1 и №2. Аналогично ОЗ, для этой статьи также имеется определенный (наилучший) порядок погрузки и разгрузки. В нашем случае ОГ находится только в двух трюмах, и предписывается сначала загружать трюм №1, затем трюм №2. Порядок разгрузки – обратный.

Зависимые запасы (ЗГ): статьи на грузки, которые могут в первом приближении рассматриваться как зависимые от основных запасов. В нашем случае – это пресная вода, которая находится в цистернах Ц1 и Ц2 в кормовой части судна. Можно допустить, что если топливо израсходуется, то и пресная вода также будет на исходе (рис. 2, 3).

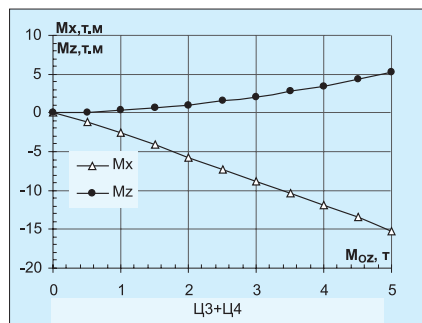


Рис. 2. Основные запасы M_{oz} и их статические моменты M_x, M_z

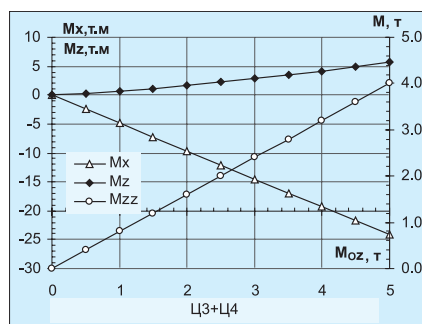


Рис. 3. Зависимые запасы M_{zz} и их статические моменты M_x, M_z

Зависимые грузы (ЗГ): грузы, которые можно считать прямо или косвенно зависящими от основных грузов. Это количество живца в трюме №5 и количество льда в трюмах №3 и №4, обратно пропорциональное количеству улова рыбы (рис. 4, 5).

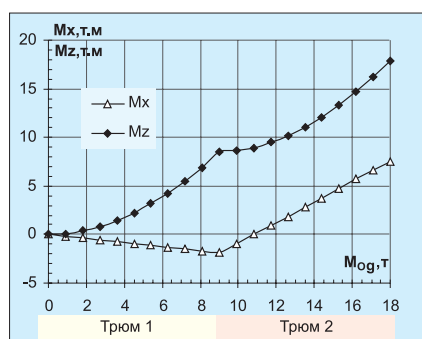


Рис. 4. Основные грузы M_{og} и их статические моменты M_x, M_z

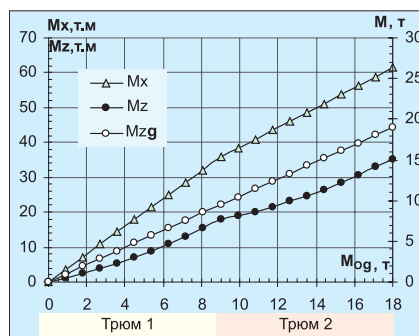


Рис. 5. Зависимые грузы M_{zg} и их статические моменты M_x, M_z

Постоянные грузы (ПГ): судно порожнем, экипаж с багажом, промысловое оборудование и вооружение, провизия, запас водоизмещения (табл. 1).

Таблица 1
Масса постоянных грузов и судна порожнем и их статические моменты

Статья нагрузки	Статьи ПГ				
	M	X_g	Z_g	M_x	M_z
Орудие лова	0,5	6,24	1,19	3,12	0,60
Провизия	0,26	-6	2,08	-1,56	0,54
Экипаж, багаж	1	-4,25	2,55	-4,25	2,55
Запас водоизмещения	2,91	1,92	1,75	5,59	5,09
Суммарные статьи ПГ	4,67	0,620	1,880	2,90	8,78
Судно порожнем	31,14	-0,35	1,14	-10,90	35,50

3. Разработка математической модели изменения нагрузки судна в рейсе. Обозначим:

t – произвольный момент времени, при котором требуется рассчитать нагрузку судна, сут;

t_1 – время перехода на промысел, сут;

t_2 – время на промысле, сут;

t_3 – время возвращения в порт, сут.

Для примера рассмотрим типичный рейс. Примем время перехода на промысел t_1 и время возвращения в порт t_3 одинаковым равным 2 сут. Тогда

$$t_2 = t_r - (t_1 + t_3) = 20 - (2 + 2) = 16 \text{ сут.}$$

Будем также считать, что улов рыбы каждый день одинаковый. Улов рыбы за полный рейс составляет $M_R = 6$ т. Тогда масса ОГ (рыба со льдом) в момент времени t составит

$$M'_{og} = \begin{cases} 0, & t \leq 2; \\ 3 \cdot \frac{M_R}{t} \cdot (t - t_1), & 2 < t \leq 18; \\ 3 \cdot M_R, & t > 18. \end{cases} \quad (1)$$

Коэффициент 3 в формуле (1) оз-

начает, что берется одна часть рыбы и две части льда для хранения этого улова.

В зависимые грузы входит живец, его масса M_j уменьшается каждый день на одну и ту же величину. Тогда масса ЗГ в момент времени t составит

$$M'_{zg} = \begin{cases} 18, & t \leq 2; \\ 16 - \frac{16}{t_2}(t - t_1) + 3 - \\ - 3 \cdot \frac{M_j}{t_2} \cdot (t - t_1), & 2 < t \leq 18; \\ 0, & t > 18. \end{cases} \quad (2)$$

Изменения ЗГ и ОГ происходит одновременно. Так как суммарная масса ЗГ – 19 т, а ОГ – 18 т, то массу ЗГ в зависимости от ОГ можно определить по формуле

$$M_{zg} = 19 - \frac{19}{18} \cdot M'_{og}. \quad (3)$$

В основные запасы входят масса дизельного топлива и смазочного масла для главного двигателя (ГД) и генератора. Для ГД они определяются по формуле, известной из [2]:

$$M_t = (1 + a_m)[g_e(t_1 + t_3) + g'_e \cdot \gamma_t \cdot \chi_t \cdot t_2]N, \quad (4)$$

где M_t – масса дизельного топлива и смазочного масла для ГД; $N = 0,8N_e$; $N_e = 105$ л.с. – мощность ГД; a_m – измеритель смазочного масла; $a_m = 3\%$ от дизельного топлива (0,03); g_e, g'_e – удельные расходы топлива при переходе и на промысле:

$$g_e = 0,22 \times 24 = 5,28 \text{ кг/л.с.сут.};$$

$$g'_e = 0,6g_e \approx 3,17 \text{ кг/л.с.сут.};$$

γ_t – коэффициент использования мощности ГД на промысле; $\gamma_t \approx 0,7$; χ_t – коэффициент, учитывающий непрерывность работы ГД на промысле $\chi_t \approx 0,9$.

Подставим эти значения в (4) и получим массу дизельного топлива и смазочного масла для ГД:

$$M_t = (1 + 1,03) \cdot [5,28(t_1 + t_3) + 3,17 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot t_2] \cdot 0,8 \cdot 105 = 456,8 \cdot (t_1 + t_3) + 172,68 \cdot t_2. \quad (5)$$

Расход топлива и масла для генератора составляет ок. 10% от расхода топлива для главного двигателя. Следовательно, масса ОЗ в момент времени t составит

$$M'_{oz} = \begin{cases} 5 - 0,001 \cdot (1 + 0,1) \cdot 456,8 \cdot t, & t \leq 2; \\ 5 - 0,001 \cdot (1 + 0,1) \cdot [456,8 \cdot t_1 - \\ - 172,68 \cdot (t - t_1)], & 2 < t \leq 18; \\ 5 - 0,001 \cdot (1 + 0,1) \cdot [456,8 \cdot t_1 - \\ - 172,68 \cdot t_2 + 456,8 \cdot (t - t_1 - t_2)], & t > 18. \end{cases} \quad (6)$$

или

$$M'_{oz} = \begin{cases} 5 - 0,503 \cdot t, & t \leq 2; \\ 4,38 - 0,19 \cdot t, & 2 < t \leq 18; \\ 10 - 0,503 \cdot t, & t > 18. \end{cases} \quad (7)$$

В зависимый запас входит только пресная вода. По [2] для прибрежного

лова расход воды составляет 20 л/чел. сут. Поэтому масса ЗЗ в момент времени t составит

$$M'_{ZZ} = 4 - \frac{20 \cdot N_{cr} \cdot t}{1000},$$

где $N_{cr}=10$ чел. – количество людей на судне;

$$M'_{ZZ} = 4 - \frac{20 \cdot 10 \cdot t}{1000} = 4 - 0.2 \cdot t \text{ кг.} \quad (8)$$

Если поставим t из формулы (7) в (8), получим массу ЗЗ в зависимости от массы ОЗ:

$$M'_{ZZ} = \begin{cases} 4 - 0.2 \cdot \frac{5 - M'_{OZ}}{0.503}, & t \leq 2; \\ 4 - 0.2 \cdot \frac{4.38 - M'_{OZ}}{0.19}, & 2 < t \leq 18; \\ 4 - 0.2 \cdot \frac{10 - M'_{OZ}}{0.503}, & t > 18. \end{cases} \quad (9)$$

Используя перечисленные выше формулы можно определить массу всех статей нагрузки судна в рейсе в любой момент времени t .

С помощью графиков на рис. 2 и 3 можно определить статические моменты ОГ и ОЗ, а также массы и статические моменты ЗГ и ЗЗ. После этого водоизмещение M и координаты ЦТ (X_g и Z_g) судна могут быть рассчитаны по следующим формулам:

$$\begin{cases} M = \sum M_i = M_{OG} + M_{ZG} + \\ + M_{OZ} + M_{ZZ} + M_{PO} + M_0; \\ X_g = \frac{\sum Mx_i}{M}; \\ Z_g = \frac{\sum Mz_i}{M}. \end{cases} \quad (10)$$

Здесь $\sum Mx_i$ и $\sum Mz_i$ означают сумму статических моментов всех статей нагрузки (ОГ, ЗГ, ОЗ, ЗЗ, ПГ, порожнем) относительно осей x, z судна.

Расчеты M, X_g, Z_g удобно проводить в табл. 2.

Таблица 2
Случай нагрузки судна в 10-й день

Статья нагрузки	$M, т$	$X_g, м$	$Z_g, м$	$M_x, тм$	$M_z, тм$
ОЗ	2.53	-2.91	0.61	-7.35	1.54
ЗЗ	2.00	-6.03	1.10	-12.06	2.21
ОГ	9.00	-0.21	0.94	-1.89	8.46
ЗГ	9.50	3.77	1.88	35.77	17.90
ПГ	4.67	0.62	1.88	2.90	8.78
Порожнем	31.14	-0.35	1.14	-10.90	35.50
Судно в грузу	58.84	0.11	1.26	6.47	74.39

4. Разработка программы для автоматического расчета изменения нагрузки судна в рейсе. Для автоматизации расчета нагрузки в пакете Excel была разработана программа (макрос), которая рассчитывает значения M, X_g, Z_g в любой заданный момент времени t . Необходимо определить t_1, t_2 и t_3 . Используем логику:

если $t \leq 2$, то $t_1 = t, t_2 = 0, t_3 = 0$;
если $2 < t \leq 2+16$, то $t_1 = 2; t_2 = t - 2, t_3 = 0$;
если $18 < t \leq t_1$, то $t_1 = 2, t_2 = 16, t_3 = t - 18$.

Результат такого расчета представлен в табл. 3 и на рис. 6 и 7.

Таблица 3
Нагрузка судна в течение рейса

$t, \text{дни}$	0	1	2	3	4
$M, т$	63.86	63.16	62.45	62.00	61.55
$X_g, м$	0.217	0.266	0.314	0.288	0.264
$Z_g, м$	1.417	1.412	1.408	1.364	1.326

$t, \text{дни}$	5	6	7	8	9
$M, т$	61.10	60.65	60.19	59.74	59.29
$X_g, м$	0.240	0.215	0.189	0.164	0.138
$Z_g, м$	1.295	1.273	1.257	1.251	1.253

$t, \text{дни}$	10	11	12	13	14
$M, т$	58.84	58.38	57.93	57.48	57.03
$X_g, м$	0.110	0.084	0.060	0.035	0.010
$Z_g, м$	1.264	1.217	1.179	1.148	1.127

$t, \text{дни}$	16	17	18	19	20
$M, т$	56.12	55.67	55.22	54.51	53.81
$X_g, м$	-0.043	-0.071	-0.099	-0.052	-0.008
$Z_g, м$	1.113	1.120	1.137	1.145	1.156

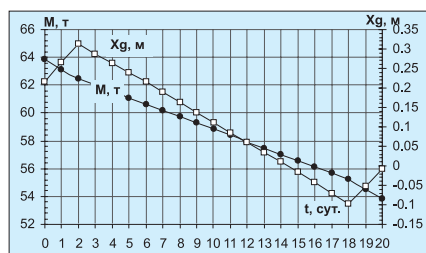


Рис. 6. Значения M и X_g судна в рейсе

С помощью другой программы бортовой компьютерной программы и табл. 4 можно определить $Z_{gкр}$ судна по разным критериям в каждый день рейса. Отсюда получаем минимальное критическое возвышение центр тяжести судна. На рис. 7 показано, как меняется воз-

вышение центра тяжести судна и критическое возвышение центра тяжести по разным критериям в течение рейса.

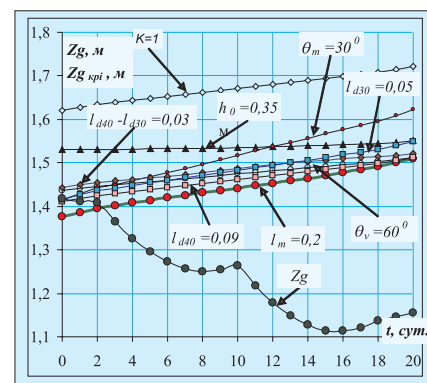


Рис. 7. Значения Z_g и $Z_{gкр}$ судна в рейсе

Здесь h_0 – начальная метацентрическая высота; l_m – максимальное плечо диаграммы статической остойчивости (ДСО); θ_m – угол крена в соответствии максимального плеча ДСО; θ_v – угол заката ДСО; l_{d30}, l_{d40} – площади ДСО между углами крена 0° и 30° (40°); K – критерий погоды.

Из рис. 7 видно, что критерий $l_m = 0,20$ м играет доминирующую роль влияния на остойчивость судна. Начальная остойчивость судна не удовлетворяется. Однако в большинстве времени рейсе судно имеет весьма большой запас по возвышению центра тяжести. Это неминуемо должно привести к усилению качки, особенно при сравнительно небольшом волнении и преждевременном прекращении промысла из-за невозможности работы с орудиями лова. Необходимо предусмотреть жидкий балласт для этого судна и соблюдать правила загрузки и разгрузки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маков Ю. Л. Остойчивость... Что это такое? – СПб.: Судостроение, 2005. – 320 с.
2. Май К. Ч. Статистический анализ характеристик маломерных деревянных рыболовных судов Вьетнама и их использование на ранних стадиях проектирования / К. Ч. Май, Ю. Л. Маков. Инновации в науке и образовании – 2006. – IV Междунар. науч. конф. / КГТУ. – Калининград, 2006. с. 17–19.
3. Фам Нгюк Хое. Исследование и проектирование вьетнамских маломерных рыболовных судов, способных безопасно работать в зоне Чьюнг Са-ДК1. – HCM, 2006. – 192 с. (на вьетнамском языке). ■

Рецензент:

Ю. И. Нечаев, д-р техн. наук, проф.

Анализ официальной статистики позволяет сделать вывод, что с 1958 г. и по настоящее время в мире было установлено свыше 500 выносных причальных устройств (ВПУ) различных типов. Из них 90% приходится на ВПУ типа CALM, 2,5 % – на ВПУ типа SALM, 1,3 % – на ВПУ типа SAL и 6,2 % – на ВПУ типа Tower Loading Unit и FPSO.

Около 93% ВПУ всех типов установлены в южных широтах. Установка и эксплуатация ВПУ в условиях низких температур и льда отличаются сложностью и повышенными расходами. ВПУ типа CALM установлены в Швеции, Великобритании, Норвегии, Дании, Канаде, Ирландии. ВПУ типа SALM устанавливались также в северных широтах у берегов Великобритании и России (Сахалин); ВПУ типа SAL – в Дании, Великобритании.

В настоящий момент ведущими производителями систем нефтеотгрузки могут быть названы такие компании, как «APL» (Норвегия); «Bluewater» (Великобритания); «FMC» (США); «SBM» – single Buoy Moorings Inc. (Монако); «Aker Pusnes» (Норвегия).

Компания «Bluewater» основана в 1978 г. Начиная с 1987 г. ею изготовлено и установлено свыше 100 ед. оборудования различных типов. Производит ВПУ типа CALM, SALM, SAL, Tower Loading Unit, Offshore LNG Transfer Systems, FPSO (Floating Production and Storage Systems).

Компания «SBM» основана в 1958 г. Производит ВПУ типа CALM, SALM, SAL, Tower Loading Unit, ALP (Tower with loading boom and helideck), FPSO (Floating Production and Storage Systems). Начиная с 1958 г. она изготовила и установила свыше 300 ед. оборудования различных типов.

Компания «FMC Technologies» основана в 1972 г. Производит ВПУ типа CALM, SALM. Начиная с 1982 г. изготовила и установила 27 типов оборудования типа CALM.

Компания «APL» основана в 1993 г. Начиная с 1998 г., изготовила и установила шесть ВПУ типа SAL. Производит ВПУ типа SAL, BTL (Buoy Turret Loading and Production).

Компания «Aker Pusnes» основана в 1891 г., начиная с 1979 г. производит нефтеотгрузочное оборудование для танкеров и платформ типа BLS (Bow Loading System).

Компания «SBM» – мировой лидер по изготовлению и установке ВПУ, в том числе и в России. В 1997 г. она установила ВПУ типа SALM на Сахалине, в 1999 г. – 2 ВПУ типа CALM (Новороссийск), в 2003 г. – Tower Loading Unit а Пригородном. Главный офис находится в Швейцарии, инженерный офис – в Монако, имеет свое представительство в США. Компания «Bluewater» также имеет огромный опыт изготовления и установки ВПУ. В 2005 г. она установила Arctic Tower Loading Unit в Де-Кастри в рамках проекта «Сахалин-1». Главный офис находится в Нидерландах, имеет свои представительства в Великобритании, США, Нигерии, Сингапуре.

Компания «FMC Technologies» специализируется по изготовлению ВПУ типа CALM и установке их в южных широтах, однако может изготавливать ВПУ типа CALM, SALM для северных широт. Главный офис находится в США.

Компания «APL» сравнительно молодая, но быстро развивающаяся, специализирующаяся на изготовлении и установке ВПУ типа SAL в северных широтах. В 2002 г. изготовила и установила их и в России (Варандей). Главный офис находится в Норвегии, имеет свои представительства во Франции, США.

Компания «Aker Pusnes» – старейшая в данном ряду. В 2005 г. изготовила и установила оборудование нефтеотгрузки для МЛСП «Приразломная» (рис. 1) и СМЛОП

ОТГРУЗКА НЕФТИ С МОРСКИХ ПЛАТФОРМ И ВЫНОСНЫХ ПРИЧАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

К.А. Смирнов, генеральный директор,
И.А. Моряков, 1-й зам. генерального директора,
В.В. Лебедев, зам. директора департамента,
А.О. Попко, канд. военных наук, начальник отдела,
ЗАО «Морские навигационные системы»,
контакт. тел. (812) 3203840

«Варандей», который заменил ВПУ типа SAL. Главный офис находится в Норвегии, имеет свои представительства в разных странах, в том числе и в России.



Рис. 1. Система прямой отгрузки нефти с МЛСП «Приразломная»

Развитие ВПУ в нашей стране шло в основном по первому варианту Tower Loading Unit, что обусловлено высокой надежностью; длительными сроками эксплуатации; постоянным обслуживанием; тяжелыми климатическими условиями; необходимостью поддержки отгрузочного шланга на воздухе; большей адаптацией к тяжелым метеословиям.

В арктических условиях система прямой отгрузки нефти башенного типа Tower Loading Unit работает совместно с танкером, который оборудован носовым погрузочным устройством (НПУ), что позволяет танкеру надежно и эффективно загружать нефть с нефтяного терминала круглый год. Аналогичные по принципу действия устройства прямой отгрузки нефти устанавливаются на платформе «Приразломная»

Загрузочный причал башенного типа представляет собой конструкцию, состоящую из основания, установленного на морском дне, и верхней поворотной части. Последняя служит местом для размещения грузовой стрелы, по которой проложена грузовая шланговая линия, швартового, навигационного и прочего оборудования.

Загрузочная башня рассчитана в основном на дистанционное управление с берега, но при необходимости может быть оборудована помещением для временного или постоянного пребывания персонала.

Существуют два типа основания: облегченный на анкерных сваях при установке на небольшую глубину и тяжеловесное гравитационное (GBS). Оба типа оборудованы ледокольным конусом. Назначение конуса – разбивание льда на

изгиб и, как следствие, сокращение общей нагрузки льда на конструкцию и танкер. Стандартный диаметр ледокольного конуса, выдерживающего глыбы льда толщиной до 1,5 м – 20 м. Конус на гравитационном типе основания (GBS) выполняет две функции: сокращает нагрузки на конструкцию и благодаря ширине конуса оставляет свободной ото льда полосу для танкера.

Сокращение ледовой нагрузки на танкер приводит к уменьшению швартовых нагрузок. Кроме того, сокращается объем работ по разбиванию льда. Данное преимущество работает если ширина конуса равна ширине танкера, т. е. 55–60 м.

Ввиду большого размера конуса GBS его можно использовать для хранения резервного запаса, но для хранения значительных по объему запасов размеры GBS должны быть тоже очень большими.

Гравитационное основание может изготавливаться из бетона или металла и устанавливаться на различные типы грунтов. При необходимости применяются дополнительные сваи. Преимуществом этого основания является расчистка полосы для танкера, при этом уступает в цене облегченному свайному основанию. Для выбора наиболее подходящего типа необходимо дальнейшее детальное изучение.

Оба типа оснований могут быть оборудованы механизмом для чистки.

Поворотная часть устанавливается на подшипниковую конструкцию основания. Продуктовый вертлюг позволяет поворотной части вращаться на 360°. Поворотная часть поддерживает стрелу крана с подвешенной грузовой шланговой линией. Высокая и длинная стрела обеспечивает высокую точку подвешивания шланга и его присоединение к носу танкера без касания воды или льда, не создавая препятствий для вращения танкера.

Эта часть может использоваться также с плавающими шлангами, которые в неледовый период подсоединяются к миделю танкера. Кроме того, поворотная часть может быть оборудована лебедками для подъема шлангов, системой обогрева, теплового контроля и иметь отделения для электрического, гидравлического и мониторингового оборудования.

Загрузочная башня. Подсоединение к ней возможно при значительной высоте волны до 2,5 м для танкеров без подруливающего устройства. Буксир не требуется, но рабочий катер необходим для подбирания швартовов (шлангов). Когда тросы и шланги подсоединены, грузовые операции могут продолжаться при значительной высоте волны – 3,0 – 3,5 м.

Загрузочная башня (рис. 2) может функционировать круглогодично. В ледовый период ограничения по конструкции распространяются в первую очередь на танкера. В настоящее время самый большой танкер ледового класса – дедвейтом 120 000 т. Данные танкеры должны быть оборудованы для носовой загрузки с башни.



Рис. 2. Загрузочный причал башенного типа на гравитационном основании (GBS)

При прямой отгрузке нефти применяются специализированные шланги. Перегрузка нефти в море предъявляет еще больше требований к конструкции шланга, поскольку они эксплуатируются в агрессивной морской среде. Так, некоторые шланги состоят из 12 слоев, что увеличивает отсутствие утечки нефти в акваторию. Как правило, шланговую линию (рис. 3) собирают из нескольких специальных сростков длиной: от 7 до 12 м. Сростки соединяются между собой при помощи фланцев, при этом получается шланговая линия. Концевые сростки (табл. 1), как правило, отличаются от срединных, так как именно они соприкасаются с механизмами танкера и стендами нефтяного терминала, при этом испытывают большие нагрузки.

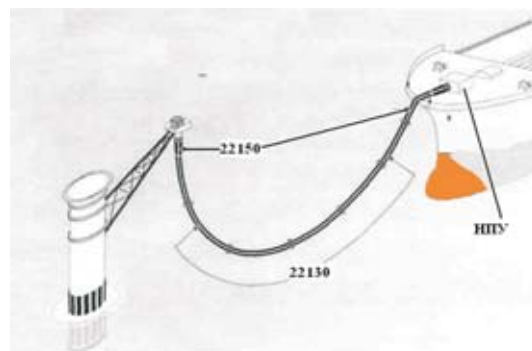


Рис. 3. Шланговая линия APL – танкер

Устройство шланга, применяемого при перегрузке нефти с нефтяного терминала башенного типа, показано на рис. 4.

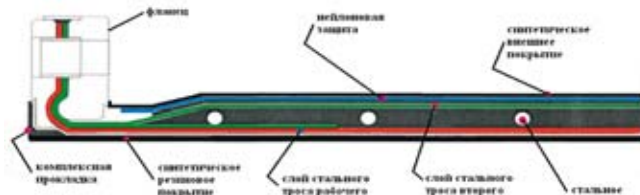


Рис. 4. Конструкция морского шлангового сростка

Таблица 1

Характеристики срединного сростка

Шланг	Номинальный диаметр, мм						
	200	250	300	400	500	600	750
Количество слоев:							
рабочих	2	2	2	2	2	4	4
защитных	2	2	2	2	2	2	2
Внешний диаметр	280	334	386	494	596	712	870
Радиус изгиба, м	0,8	1	1,2	1,6	2	2,4	3
Вес сростка шланга, кг, при длине, м:							
7,60	420	500	610	895	1145	1535	2090
9,10	495	585	710	1040	1330	1775	2460
10,00	540	635	770	1125	1450	1925	2730
10,70	575	680	820	1195	1525	2070	2890
12,20	650	765	925	1340	1700	2280	3250
Водоизмещение, кг, сросток шланга длиной, м							
7,60	480	685	910	1495	2190	3110	4630
9,10	575	820	1090	1795	2615	3720	5545
10,00	630	900	1200	1980	2870	4085	6100
10,70	675	960	1280	2115	3065	4370	6520
12,20	770	1095	1465	2405	3500	4985	7435

Швартовые устройства (лебедки, стопора, тормоза, пульт управления) могут быть интегрированы с системой подсоединения шланговой линии (лебедка перемещения шлангов, стопора, захватывающее устройство, консоль управления), как, например, на танкере типа «Василий Диньков» или представлять собой самостоятельные палубные механизмы (якорно-швартовое устройство и лебедки перемещения шланговой линии).

Основные механизмы обеих систем – лебедка или брашпиль. Как правило, лебедка включает в себя барабан, редуктор, ленточный тормоз, турачку и электродвигатель с системой управления. Часто устанавливается брашпильная приставка.

Местный пульт управления располагается рядом с лебедкой, тяговое усилие которой – не более 100 кН.

Швартовные лебедки бывают простые и автоматические. Последние применяют на танкерах и судах для перевозки навалочных грузов, то есть на судах, у которых во время погрузочно-разгрузочных операций быстро изменяется осадка, что требует частых перешвартовок. При наличии автоматических швартовных лебедок стравливание или выбирание швартовов происходит автоматически, так как лебедка поддерживает постоянное натяжение швартова.

Захватывающее устройство для нефтеналивного шланга предназначено для надежного соединения (рис. 5) и фиксации танкерного нефтепровода с отгрузочным шлангом.

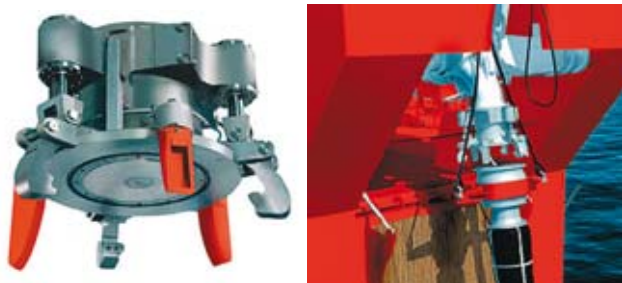


Рис. 5. Разъем

Система прямой погрузки нефти состоит из шланговой управляющей и управления швартовкой (рис. 6).



Рис. 6. Состав системы прямой отгрузки нефти на танкере

Шланговая управляющая система (The Hose handling system) позволяет удерживать шланг над водной поверхностью или над льдом. Тем самым предотвращая его обморожение и повреждение тем же льдом.

Вылет стрелы на платформе «Приразломная» – 70 м, что позволяет обеспечить безопасный подход танкера к платформе.

Система управления швартовки (The Hawser Handling System) обеспечивает привязку танкера к нефтяному терминалу и подтягивание нефтеналивного шланга к захватывающему устройству НПУ.

Общий порядок прямой отгрузки нефти (рис. 7) следующий: обеспечивающий буксир берет на борт проводник с нефтяного терминала и передает его на танкер. Танкер выбирает проводник, который соединен со швартовным и вспомогательным тросом. С помощью лебедки и проводника на танкер выбираются два троса: швартовный и вспомогательный. Швартовный трос служит для подтягивания к терминалу танкера и удержания его на месте с помощью буксира или динамического позиционирования. Этот трос крепится с помощью цепных стопоров. Танкер пришвартован к нефтяному терминалу. С помощью вспомогательного троса через



Рис. 7. Система управления швартовкой

лебедку подтягивается нефтеналивной шланг к захватывающему устройству. Затем производится стыковка нефтеналивного шланга со стыковочным устройством. Танкер готов к приему нефти.

Стыковочное устройство служит также для быстрого отсоединения от линии нефтеналивного шланга с прекращением подачи нефти. Это предотвращает разлив нефти при прямой погрузке нефти.

Управление системой прямой отгрузки нефти осуществляется с единого поста, на котором расположен пульт управления с органами управления джойстиком и панели контроля параметров (рис. 8).



Рис. 8. Органы управления НПУ

Система отгрузки нефти включает системы:

- динамического позиционирования (СДП) – служит для точного удержания позиции танкера относительно платформы, удовлетворяющей условиям безопасной погрузки;

- интегрированная мостиковая – служит для размещения в своем конструктиве оконечных устройств навигационной, метео, радио и пр. аппаратуры, посредством ИМС осуществляется управление судном;

- судовая система гидравлики – обеспечивает функционирование гидронасосов комплекса устройств прямой отгрузки нефти (КУПОН), швартовных лебедок, механизма разъема и пр;

- судовая грузовая система – обеспечивает прием нефти от КУПОН и распределение ее по танкам в соответствии с грузовым планом;

- судовая электросеть – запитывает приборы и оборудование КУПОН.

На сегодняшний день приходится констатировать отсутствие в России аналогов подобного оборудования. Вместе с тем дальнейшее освоение шельфа потребует разработки собственных технологий отгрузки наливных грузов в интересах шельфовых объектов. ■

В связи с принятым планом поставок сжиженного природного газа от отечественных месторождений к регазификационным терминалам восточного побережья Америки в последнее время активно ведутся разработки концепции и проектов судов-газовозов. У отечественных конструкторских бюро и НИИ появилась возможность предложить заказчикам собственные проекты судов этого типа. Следует отметить, что ранее в нашей стране эти суда не проектировались и не строились.

Важнейшим показателем для газовоза является его грузовместимость, поэтому обычно остальные параметры ставят в зависимость именно от нее. К сегодняшнему дню сложилась следующая классификация газовозов по грузовместимости:

Класс	Грузовместимость, м³
Малый	До 90 000
Малый конвенционный.....	120 000–149 999
Большой конвенционный.....	150 000–180 000
Q-flex	200 000–220 000
Q-max.....	Более 260 000

Зависимость главных размерений газовозов СПГ от их вместимости ранее рассматривались в работах С.И.Логачева «Анализ основных элементов и характеристик современных судов для перевозки сжиженного природного газа (газовозов LNG)» (Морской вестник, 2005, №3); В.В.Зайцева, Ю.Н.Коробанова «Суда – газовозы» (Л., Судостроение, 1990).

Первый вопрос, с которым сталкивается проектант при разработке нового судна, это выбор типа грузовых емкостей и главных размерений. В статье рассмотрен тип газовозов со сферическими грузовыми танками. На сегодняшний день доля судов с этим типом грузовых емкостей составляет около 38% от общего числа газовозов в мире. Все методы выбора главных размерений проектируемых судов можно разделить на две группы:

– *статистический*, основанный на данных о построенных или спроектированных судах;

– *расчетный*, основанный на концептуальной проработке расположения грузовых танков, оценочных расчетах общей прочности на изгиб и кручение, оценке размеров ледовых подкреплений и оценке остойчивости судна (с учетом обледенения).

Рассмотрим статистический метод. В качестве показателей для сравнения проекта с прототипами могут выступать следующие зависимости:

Отношение длины к грузовместимости..... L/W
 Отношение ширины судна к грузовместимости..... B/W
 Отношение высоты борта к грузовместимости..... H/W
 Отношение осадки к грузовместимости..... T/W
 Отношение длины к высоте борта к грузовместимости..... $(L/H)/W$
 Отношение удлинения к грузовместимости..... $(L/B)/W$
 Отношение диаметра танков к ширине судна..... $Diam/B$
 Отношение ширины второго борта к диаметру грузовых танков..... $b/Diam$

В упомянутой выше статье С.И. Логачева приведены графики анализа общей статистики по судам газовозам всех типов, построенных на тот момент. Авторами данной статьи был проведен дополнительный анализ статистических данных и построены зависимости главных размерений от грузовместимости, основанные на анализе соотношений главных размерений только газовозов со сферическими грузовыми танками по состоянию на 2009 г. (рис. 1–6).

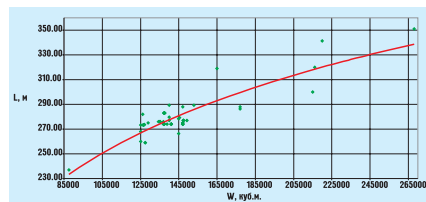


Рис. 1. Зависимость длины газовозов LNG от их грузовой вместимости

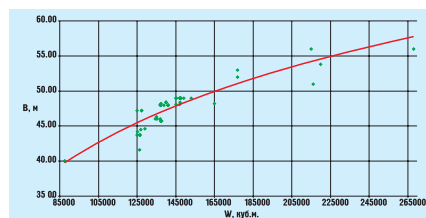


Рис. 2. Зависимость ширины газовозов LNG от их грузовой вместимости

ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ ГЛАВНЫХ РАЗМЕРЕНИЙ СОВРЕМЕННЫХ СУДОВ-ГАЗОВОЗОВ СО СФЕРИЧЕСКИМИ ГРУЗОВЫМИ ЕМКОСТЯМИ

А.Н.Суслов, д-р техн. наук, проф. кафедры проектирования судов СПбГМТУ,
Г.В. Тарица, канд. техн. наук, генеральный директор ПКБ «Петробалт»,
М.А. Гулев, аспирант СПбГМТУ, главный конструктор ПКБ «Петробалт»,
 контакт. тел. (812) 3226607

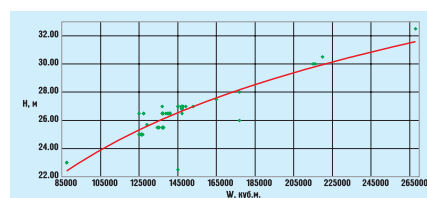


Рис. 3. Зависимость высоты борта газовозов LNG от их грузовой вместимости

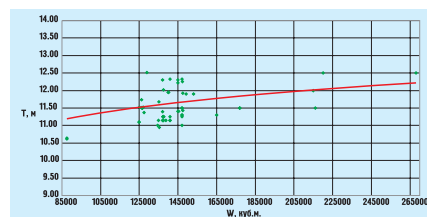


Рис. 4. Зависимость осадки газовозов LNG от их грузовой вместимости

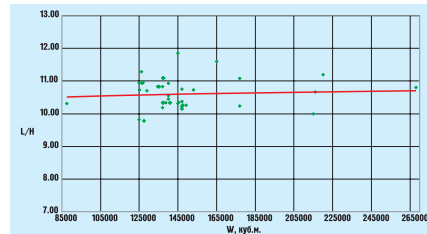


Рис. 5. Зависимость отношения L/H газовозов LNG от их грузовой вместимости

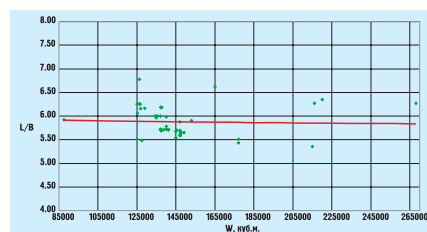


Рис. 6. Зависимость отношения L/B газовозов LNG от их грузовой вместимости

При рассмотрении расчетного метода определения главных размерений необходимо принимать во внимание

технологичность некоторых проектных решений (и, соответственно, сроков постройки судна в целом) на примере такого параметра, как диаметр грузовых танков. В некоторых случаях у судов с пятью танками носовой танк имеет меньший диаметр по сравнению с кормовыми. Это делается с целью уменьшения развала борта и увеличения носового заострения формы в целом. Если обратиться к технологии создания самих танков, то мы видим, что весь процесс их изготовления основан на конкретном радиусе лепестков сферы, и применение на судне двух разных диаметров влечет либо необходимость организации на заводе-строителе двух участков по производству сфер, либо дорогостоящую перенастройку соответствующего оборудования. Поэтому на стадии выбора главных размерений серийных судов, целесообразно не просто учитывать существующий опыт, но и внести коррективы в сложившиеся тенденции. В частности, для увеличения скорости постройки судна (это особенно актуально для серийных судов) можно применить схему с танками одного диаметра, при этом не изменяя длину судна, а лишь увеличивая развал борта в надводной части.

Так как газовозы со сферическими грузовыми танками имеют широкое раскрытие верхней палубы, конструкции корпуса и их размеры в наибольшей степени определяет влияние общего изгиба. При этом требования к местной прочности выполняются с большим запасом. С целью уменьшения изгибающих моментов следует внимательно относиться к случаям загрузки, особенно при распределении жидкого балласта.

В табл. 1 приведено сравнение изгибающих моментов на тихой воде для двух газовозов со сферическими грузовыми танками емкостью 215 000 и 175 000 м³. Эти два судна имеют одинаковые ширину и высоту борта и отличаются только по длине за счет изменения цилиндрической вставки. Необходимо отметить, что при решении задачи по оптимизации изгибающих моментов путем перераспределения балласта по длине судна важнейшими показателями правильности принятого решения являются:

- посадка судна, обеспечивающая надлежащее заглубление гребного винта и видимость с ходового мостика;

- остойчивость судна, обеспечивающая соответствие критериям остойчивости Правил в том числе с обледенением;
- общая прочность судна на изгиб и кручение.

В каждом случае загрузки, приведенном в таблице, принималось наименьшее количество балласта, при котором еще выполнялись все три приведенных выше критерия оптимизации. Анализ результирующих изгибающих моментов показывает, что, загружая те или иные балластные танки, можно уменьшить моменты от закритических до минимально допустимых по правилам. Это позволяет не только «экономить материал» при наборе миделя, но и в некоторых случаях уйти от чрезмерного увеличения высоты борта судна. В процессе оптимизации необходимо учитывать не только состояние неповрежденного судна, но и случаи возможного повреждения. На судне должны быть предусмотрены балластные цистерны, позволяющие привести показатели к норме после повреждения.

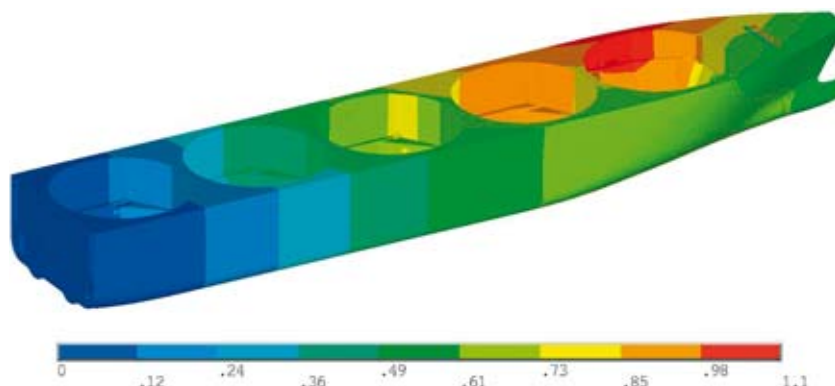


Рис. 7. Общий вид деформаций корпуса при скручивании

Ширину судна определяют следующие составляющие: диаметр грузового танка, толщина изоляции (обычно около 300 мм), ширина второго борта, зазор между изоляцией и вторым бортом. Из всех этих составляющих проще всего варьировать ширину двойного борта. Правила Международного газового кодекса (IGC) регламентируют лишь минимальное расстояние от наружной обшивки до сферы. При этом требования правил РМРС к местной прочности (ледовой и неледовой) и размещение подпалубных коридоров приводят к значительно большей ширине двойного борта по сравне-

нию с указанным расстоянием. Наиболее значимое влияние при определении ширины двойного борта имеют требования Правил к оценке прочности судна в целом под влиянием скручивающих напряжений. Для их компенсации на газовозах длиной более 250 м, толщины листовых конструкций в районе подпалубного коридора могут достигать 50–60 мм. В верхней части основных поперечных переборок устраивают так называемый «ригель» – короб размерами порядка три на три метра идущий от борта до борта. Увеличение ширины двойного борта положительно сказывается на работе корпуса при скручивании, но, как результат, увеличивает ширину судна в целом.

При проведении конечно-элементного анализа прочности корпуса газовоза, должно быть учтено не только действие скручивающих усилий, но и одновременное воздействие изгибающих моментов и веса груза. На рис. 7 приведено распределение суммарных перемещений корпуса газовоза в различных точках при воздей-

ствии всех вышеперечисленных нагрузок, полученное в результате конечноэлементного анализа. Применение этого метода на ранних стадиях проектирования сопряжено с проблемой высокой трудоемкости процесса ввода данных в компьютерную систему анализа. Использование систем автоматизации построения корпуса судна, таких как NAPA STEEL, позволяет не только достаточно оперативно построить модель для конечно-элементного анализа, но и изменять ее с целью оптимизации главных размерений в соответствии с полученными результатами расчетов. ■

Таблица 1

Значения перегибающих моментов, тм, с различной загрузкой

Судно	Судно с загрузкой					Две заполненные грузовые крайние цистерны и 100 % запасов	Две заполненные грузовые средние цистерны и 100 % запасов
	100 % груза и 100 % запасов	5 % груза и 100 % запасов	100 % груза и 100 % запасов, с обледенением	100 % груза и 10 % запасов	Судно с запасов		
LNG 175	123 512	275 624	125 287	43 203	185 543	639 641	238 367
LNG 215	192 708	334 860	194 809	173 029	254 126	683 238	205 666
LNG 175	-10 724	-74 828	-10338	-111 707	-40 762	-27 302	-317 915
LNG 215	-37 869	-5122.2	-37 186	-83916	-4377.2	-17 147	-37 883

ВВЕДЕНИЕ

Взрывы в грузовых и отстойных танках танкеров занимают значительную долю общего количества аварий на судах этого типа [1, 2]. Однако проблема оценки разрушения корпусных конструкций танкеров в районе этих танков, которые вызваны внутренними дефлаграционными взрывами газозвдушной смеси, не доведена до инженерных методик. Задача оценки прочности и объема разрушений может быть разделена на два этапа:

- определение силовых параметров внешнего воздействия (зависимость давления на поверхности конструкции от времени) как функции состава газозвдушной смеси;
- определение динамической реакции конструкции с учетом появляющихся в процессе воздействия зон разрушения.

Сложность поставленной проблемы с точки зрения моделирования состоит в связанности внешних сил и реакции конструкции. При появлении зоны разрушения часть продуктов дефлаграционного взрыва попадает в соседнее помещение, что приводит к падению давления. Разрушение конструкции прекращается, когда размер зоны разрушения приводит к такому падению давления, которое неспособно разрушить конструкцию. Современные программные средства позволяют достаточно точно прогнозировать динамику конструкции, проверять в процессе моделирования условия разрушения материала и определять текущие размеры и положение разрушенной зоны. Основная трудность моделирования состоит в необходимости корректировки давления в зависимости от размеров разрушенной зоны. Настоящая статья описывает алгоритм корректировки текущего давления на конструкцию танка в зависимости от текущих размеров зоны разрушения.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ ПРИ ДЕФЛАГРАЦИОННОМ ВЗРЫВЕ

Воспламенение газозвдушной смеси или облака пыли в неventилируемом помещении при определенном инициирующем воздействии приводит к дефлаграционному взрыву. Дефлаграция – это процесс сгорания, в котором фронт реакции перемещается со скоростью меньшей, чем скорость звука, в неореагировавших газах [3,4]. Фронт реакции дефлаграции представляет собой распространение энергии в неореагировавший газ. Для дефлаграции должны одновременно существовать следующие компоненты: огнеопасная смесь, состоящая из топлива и кислорода воздуха или другого окислителя; средство воспламенения, удерживание в замкнутом объеме.

Воспламенение может инициировать взрыв, если топливная концентрация находится в определенном интервале, который для такого газа, как метан, составляет 5–15 %. В соответствии с экспериментом Mashuga и Crowl (1998) давление как функция времени для взрыва смеси, составленной из 10%-ного метана, 70%-ного азота и 20%-ного кислорода в 20-литровой испытательной сфере показана на рис. 1. Начальная температура и давление равно 25 °C и 1 атм соответственно.

Эксперименты показали, что максимальное давление взрыва остается примерно постоянным, но максимальный градиент давления по времени уменьшается при увеличении объема испытательного сосуда (все другие факторы посто-

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗРУШЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ТАНКЕРОВ ПРИ ВНУТРЕННИХ ДЕФЛАГРАЦИОННЫХ ВЗРЫВАХ

*Аунг Мьо Вин, аспирант СПбГМТУ,
О.Я. Тимофеев, д-р техн. наук, начальник отдела
ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова»,
контакт. тел. +7 921 7540194*

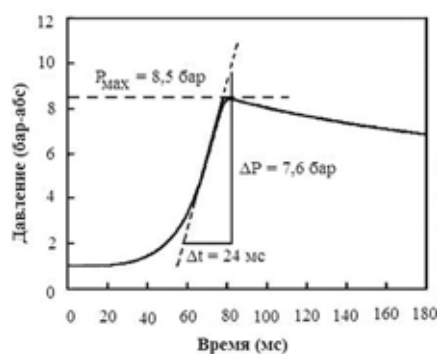


Рис. 1. Давление как функция времени для взрыва смеси, составленной из 10%-ного метана

яны). Экспериментальные измерения изменения давления представлено следующей эмпирической формулой (Bartknecht, 1981):

$$K_G = \left(\frac{dP}{dt} \right)_{\max} V^{1/3}, \quad (1)$$

где K_G – индекс дефлаграции; V – объем сосуда.

АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗРУШЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ

Взрыв, вызывающий пластические деформации конструкции и ее полное или частичное разрушение, вызывается рядом случайных событий. В настоящей статье анализируются разрушения конструкции гофрированной переборки в районе слоп-танка при экстремальных внутренних динамических воздействиях, вызванных внутренними дефлаграционными взрывами. Используется моделирование переходных процессов в комплексе ANSYS, который способен численно решать задачи анализа напряженно-деформированного состояния динамически нагруженной конструкции с учетом нелинейности поведения материала и больших перемещений конструктивных элементов.

На первых этапах исследования была решена модельная задача для судовой пластины. В судовой пластине, которая нагружена непосредственно давлением от газового взрыва, из-за относительных маленьких толщин развивается обширная область пластической деформации. Дополнительное сопротивление в пластине объясняется мембранным эффектом. Для типичных судовых пластин время нарастания давления взрыва сопоставимо с собственным периодом колебания конструкции. По этой причине динамическое

поведение пластины значительно влияет на результирующее состояние. Следует учитывать также существенно нелинейное поведение материала, а именно: динамическое упрочнение (вязкопластичность), конструкционное демпфирование, большие перемещение и деформации. Перечисленные факторы значительно усложняют численное моделирование по сравнению даже со статическими нелинейными задачами.

Используя заданные свойства материалов, опцию «Birth and Death», команды ANSYS и APDL-языка [5], был разработан макрос и выполнено моделирование разрушения конструкций отстойного танка. На рис. 2 показаны модель гофрированной переборки и результаты анализа, т.е. вид переборки с разрушениями.

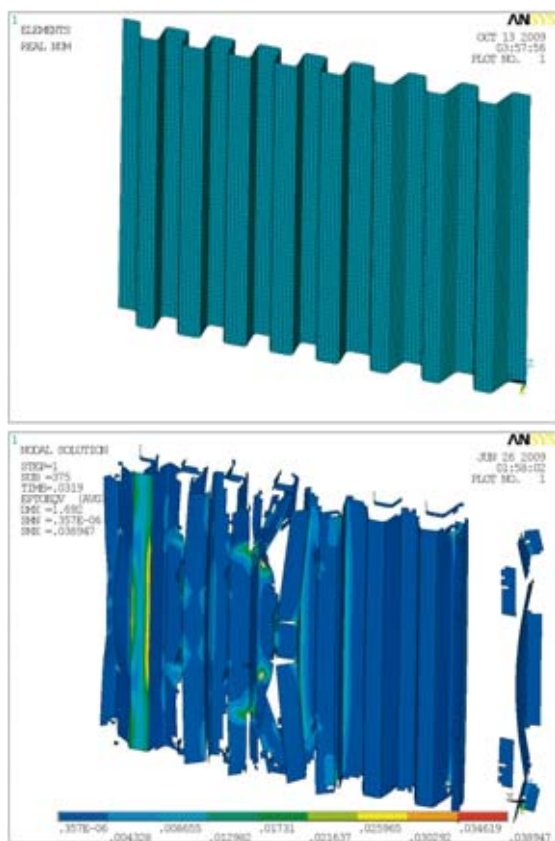


Рис. 2. Моделирование разрушения гофрированной переборки

КОРРЕКТИРОВКА ТЕКУЩЕГО ДАВЛЕНИЯ НА КОНСТРУКЦИЮ ТАНКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАЗМЕРОВ ЗОНЫ РАЗРУШЕНИЯ

Текущее давление может быть представлено как

$$P(t) = P_{\max} - \Delta P(F(t)),$$

где ΔP – понижение давление, которое зависит от площади зоны разрушения $F(t)$; $P_{\max}$ – давление дефлогационного взрыва в замкнутом объеме.

В соответствии с универсальностью газового закона

$$\frac{PV}{T} - \text{константа.}$$

Здесь T – постоянная температура (процесс изотермический). Тогда $P(t)V(t)$ – константа или $P(t)V(t) = P_{\max} V_{\text{танк}}$ и

$$P(t) = \frac{P_{\max} V_{\text{танк}}}{V(t)},$$

где $V(t) = V_{\text{танк}} + V_0(t)$; $V_0(t) = \int_0^t F(t) \cdot v(t) \cdot \mu dt$.

Объем газа истекающей из пробоины (разрушенной части конструкции) в единицу времени

$$Q = F(t) v(t) \mu.$$

Здесь $F(t)$ – площадь разрушенной конструкции; $v(t)$ – скорость истекания газа из разрушенной части конструкции.

Тогда

$$P(t) = \frac{\rho v^2(t)}{2},$$

откуда

$$v(t) = \sqrt{\frac{2P(t)}{\rho}},$$

где $\rho = \frac{MP(t)}{RT}$ – плотность газа, кг/м³; M – молярная масса газа, кг/моль; R – идеальная газовая константа газа, 8.314 J/моль К.

На рис. 3 показаны сопоставления давления в отстойном танке с учетом и без учета разрушения гофрированной переборки.

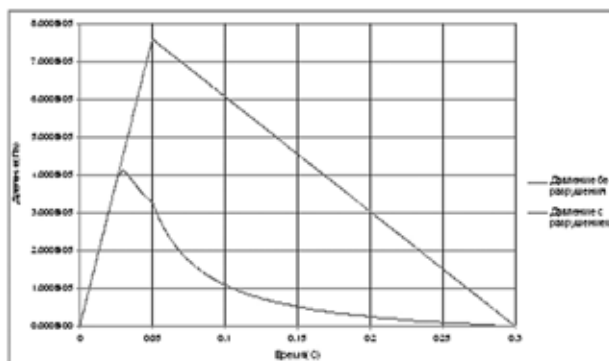


Рис. 3. Давление с учетом и без учета разрушение конструкции

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенный алгоритм корректировки текущего давления на конструкцию танка в зависимости от размеров зоны разрушения позволяет учитывать площадь разрушения и корректировать давление за счет вытекания продуктов сгорания через разрушенную часть конструкции. Приведен пример применения расчетного подхода и сопоставлено динамическое давление без учета и с учетом изменяющегося объема разрушений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макаров В.Г. Взрывы и пожары на танкерах. Материалы региональной научно-технической конференции с международным участием «Кораблестроительное образование и наука – 2005». – СПб.: Изд. СПбГМТУ, 2005.
2. Международное руководство по безопасности для нефтяных танкеров и терминалов (ISGOTT). – Изд. 4-е. – СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 1997.
3. Daniel A. Crowl. Understanding Explosions. – Department of Chemical Engineering Michigan Technological University, 2003.
4. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. – Third Edition. Bethesda, – Maryland.
5. Documentation for ANSYS release 10.0/ ■

Анализ проектно-творческой деятельности в судостроительных ПКБ, выполненный В.С. Дориным еще в 70-е гг. XX в. [1], показал, что до 80–85 % работ при проектировании судов носит рутинный характер, и эти работы теперь могут быть в значительной степени автоматизированы.

За последние 20–25 лет технология разработки проектов в ПКБ претерпела определенные изменения благодаря использованию современной вычислительной техники и программных средств, а трудоемкость работ, связанных с разработкой и выпуском проектно-конструкторской документации, сократилась, примерно, в 2–3 раза.

В настоящее время на предприятиях отрасли, помимо системы AutoCAD, используемой главным образом для разработки «плоских» чертежей, в том или ином объеме применяются САД-системы, имеющие развитые средства трехмерного моделирования конструкций:

- FORAN, изначально предназначенная для проектирования гражданских судов и технологической подготовки производства на верфях;

- TRIBON, ориентированная на проектирование кораблей и судов и технологическую подготовку производства заводов-строителей. Система используется и для проектирования оффшорных сооружений;

- Pro/Engineer, Unigraphics, ASCON – системы общего назначения, изначально ориентированные на проектирование изделий машиностроения.

В этих системах имеются программные средства, обеспечивающие обмен данными с системой AutoCAD, которая нашла широкое применение на предприятиях отрасли.

Для проектирования судов и кораблей находят применение так называемые «нишевые», или узкоспециализированные, САПР, ориентированные на решение отдельных комплексов задач или на проектирование отдельных видов конструкций, к которым следует отнести системы: SeaSolution, PDMS, NAPA, Nupas-Cadmatic и др. Следует упомянуть систему «Ритм-Судно», разработанную в ЦНИИ ТС и обеспечивающую «трансформацию» традиционных судостроительных чертежей в технологические документы заводов-строителей, включая формирование программ для станков с числовым программным управлением.

В ЦКБ «Балтсудопроект», помимо системы AutoCAD, нашли применение системы NAPA, Nupas-Cadmatic и некоторые модули системы Unigraphics, а для выполнения расчетов по теории корабля используется система «Проект-1». Для инженерных расчетов широко практикуется применение Microsoft Excel, а для расчетного моделирования

сложных конструкций – программные системы, реализующие методы конечных элементов.

Переход на CAD/CAE/CAM-системы (проектирование/инженерный анализ/ технологическая подготовка производства) в корпоративном варианте («тяжелые» САПР), основой которых является мощное ядро 3D-моделирования проектируемых сооружений и интеграция баз данных и программных средств, ориентированных на различные стадии существования проектируемых объектов и связанных с понятием «жизненного цикла» изделий, является следующим шагом в совершенствовании процессов проектирования судов, кораблей и средств океанотехники (СКСО). Именно это позволяет обеспечить высокую степень согласованности конструктивных решений и, следовательно, уменьшить объем корректировок проектно-конструкторской документации в процессе строительства заказов.

Специфичным для отечественного судостроения является разделение процесса создания СКСО на три основные фазы:

- 1) исследовательское проектирование, включая разработку концептуального проекта и технического задания (ТЗ) на проектирование. Для кораблей эта фаза реализуется заказчиком, а для гражданских объектов – заказчиком с привлечением ПКБ, начиная с формирования исходных технических требований (ИТТ);

- 2) «промышленное» проектирование: предконтрактный, контрактный и

технический проекты, разработка рабочих, эксплуатационной и отчетной документации по проекту осуществляется в ПКБ. В то же время имеются прецеденты разработки рабочей документации (РКД) заводами-строителями;

- 3) организационно-техническая подготовка производства и строительство (завод-строитель).

Такое разделение в судостроении, в отличие от машиностроительных отраслей, где эти фазы, как правило, реализуются одной организацией, предопределяет возникновение ряда проблем при использовании систем CAD/CAE/CAM, связанных с «разрушением» идеи интеграции процессов и данных в единое целое и снижает эффективность этих систем.

Наличие на мировом рынке большого числа предложений систем CAD/CAE/CAM ставит перед руководством и специалистами проектных предприятий отрасли сложную задачу, обусловленную рядом обстоятельств, к которым прежде всего относятся:

- 1) универсальность или специализация системы;

- 2) стоимость (условия поставки) системы;

- 3) степень совершенства и перспективы дальнейшего развития системы;

- 4) для судостроительных САПР существенное значение имеет технология «автоматического» отображения изменений в технических решениях, произведенных на данной стадии, на решения, принятые ранее, что позволяет избежать повторения соответ-

ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ БЮРО СУДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

В.А. Мацкевич, канд. техн. наук, главный конструктор,
В.П. Осипенко, начальник,
А.В. Мацкевич, главный конструктор проектов,
Н.И. Петров, канд. техн. наук, вед. инженер,
ЦКБ «Балтсудопроект» ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова,
контакт. тел. (812) 7236426

ствующего цикла проектирования с самого начала;

5) стыковка системы с системами организационно-технической и технологической подготовки в Российский рынок активно продвигается система CATIA (фирма «Dassault Systems», Франция), ориентированная на проектирование и технологическую подготовку производства изделий машиностроения, нашедшая также применение и в самолетостроении и позволяющая, по мнению авторов статьи [6], сократить время на разработку документации на 70–80 % за счет использования средств 3D-моделирования. Предыдущие версии системы находили применение и в судостроении.

Особый интерес для судостроения представляет современная версия системы Tribon–AVEVA Marine, на использование которой, учитывая номенклатуру проектируемых объектов, ориентируется ЦКБ «Балтсудопроект».

Как уже отмечалось, в современных CAD/CAE/CAM-системах реализуются PLM-технологии (product lifecycle management), базирующиеся на развитых PDM-системах (product data management), которые обеспечивают не только управление данными по проекту, но и изменениями в выпускаемой документации («электронный архив»). Это особенно важно при модификации выпускаемых изделий и обеспечении при этом интересов пользователей выпускаемой продукции.

В CATIA в качестве PDM-системы для взаимодействия с пользователями и решения многих других задач рекомендуется использовать систему EVONIA SmarTeam, управляющую всеми процессами и данными об изделиях [9].

Из публикаций по SmarTeam следует, что функциональные возможности систем подобного назначения при внедрении САПР становятся весьма актуальными и к их основным функциям относятся:

- 1) выполнение роли хранилища данных и управление документами;
- 2) управление потоками данных и процессами;
- 3) управление структурой изделия;
- 4) управление классификацией;
- 5) управление программами и проектами.

Интеграция SmarTeam с CAD осуществляется на уровне CAD и поддерживает управление двунаправленной структурой сборок. Информация из CAD автоматически размещается в базе данных SmarTeam.

Для типовых процессов формируются шаблоны, которые можно подгонять под нужды конкретной компании либо можно создать новые шаблоны. Наличие шаблонов для определенной области

промышленности позволяет уменьшить объем работ, проведение которых необходимо для начала использования SmarTeam. Эта система может быть интегрирована с системами управления проектами в соответствии со следующей схемой (рис.1), где ERP (Enterprise Resource Planning) – система управления ресурсами.

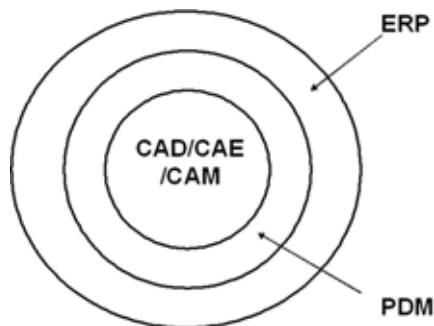


Рис. 1. Интегрированная система проектирования и управления ресурсами

Следует отметить, что системы Pro/Engineer и Unigraphics имеют функционально сходные со SmarTeam модули (соответственно, Windchill и TeamCenter). Разработка подобных модулей анонсирована и для систем FORAN и AVEVA Marine. Имеется их аналог и в системе ASCON.

Многообразие систем в отрасли имеет свои положительные и отрицательные стороны, но в организационном и экономическом планах при стоимости систем, достигающей в зависимости от набора проектных модулей и числа покупаемых лицензий сотен тысяч и миллиона долларов США, издержки такого положения очевидны.

Успех освоения и внедрения современных САПР в практику проектирования во многом будет определяться организацией, подготовкой и расстановкой кадров в самих ЦКБ, включая создание тандемов из опытных профессионалов и молодых специалистов. Принципиальное значение для эффективного функционирования САПР имеет «правильность» типовых шаблонов, определяющих построение структур данных и процессов проектирования. Это самым непосредственным образом относится к выявлению объективных закономерностей процессов проектирования и их оптимизации, которые были бы инвариантны как к средствам проектирования, так и в определенной степени проектируемым объектам. Иными словами, желательна разработка (совершенствование) теории проектирования СКСО, которая охватила бы не только вопросы создания объектов, обладающих способностью плавать, но и решение задач син-

теза и анализа сооружений указанного класса как носителей сложнейших технологических комплексов. Некоторые вопросы развития этой теории рассматриваются в статье [16].

Возрастающий объем работ, повышение требований заказчиков к срокам выполнения и периодической отчетности потребовало самого пристального внимания к организации управления проектно-конструкторскими работами, включая планирование, контроль сроков их выполнения и совершенствование нормативной базы. Как известно, работы над проектом начинаются с проведения ряда организационных мероприятий и разработки соответствующих документов, поскольку речь идет об организации проектно-творческой деятельности многих десятков и даже сотен специалистов.

Основным организующим документом при этом является график работ, который должен не только отразить логику проектирования СКСО, сроки взаимовыдачи данных и сроки разработки документов по проекту, но и учесть выполнение работ по другим проектам и, в определенной степени, оптимизировать загрузку имеющихся ресурсов (проектировщиков), не говоря уже о согласовании объемов и сроков работ по проектам с заказчиками.

В проектных организациях действуют стандарты предприятий, отражающие сложившиеся в технологии проектирования стереотипы и содержание:

- распределение работ между подразделениями (группами главных конструкторов (ГТК), отделами по специализациям и «вспомогательными» подразделениями) – типовая номенклатура работ;
- нормативы трудоемкости работ по типам объектов и проектов в целом и удельным долям работ по отделам;
- типовые сетевые графики работ по типам объектов и проектов;
- альбомы форм взаимовыдачи данных.

На рис. 2 приведен пример совмещенного графика работ по 14 плановым заказам для одного из подразделений предприятия, сложившегося к началу года. Как видно из графика, объем работ на середину планируемого периода в несколько раз превысил имеющийся ресурс подразделения, несмотря на то, что трудоемкости работ были уменьшены в 3 раза по сравнению с ранее действующими нормативами. Это привело к необходимости разработки и принятия соответствующих мер как для «расшивки» сложившейся ситуации с проектами, так и по совершенствованию системы управления предприятием. Предполагаемое при этом внедре-

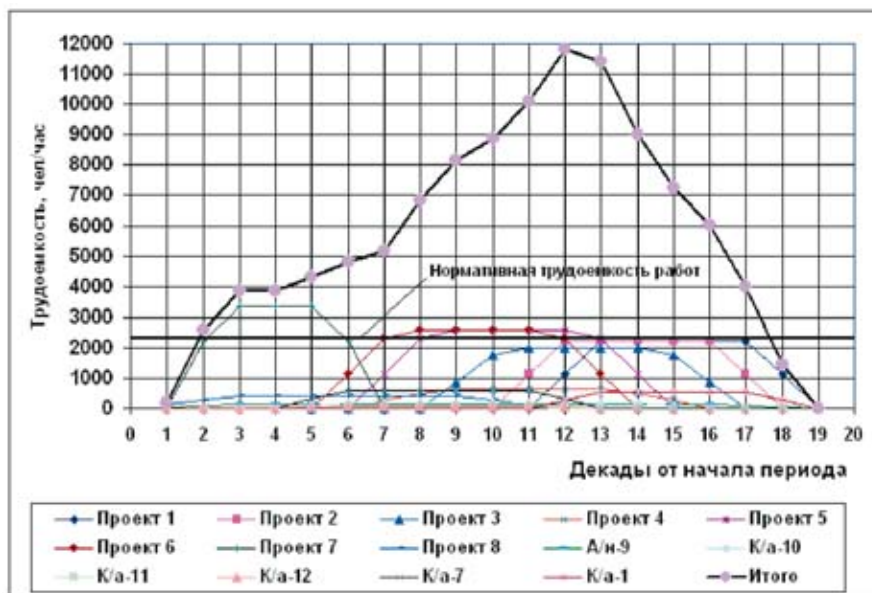


Рис. 2. Вариант графика загрузки подразделения, сложившейся к началу года
А/н – авторский надзор; К/а – работа с контрагентами

ние на предприятии «тяжелой» САПР потребовало:

1) всестороннего анализа функциональных возможностей существующих САД-систем с учетом типов сооружений, которые предполагается проектировать;

2) изучения опыта использования подобных систем на родственных предприятиях;

3) выявления возможностей существующих систем управления проектами в части планирования и учета проектно-конструкторских работ и ведения «электронного архива» разрабатываемой документации;

4) изучения опыта родственных предприятий по использованию существующих программных продуктов для управления проектами и опыта нормирования трудоемкости проектно-конструкторских работ в условиях автоматизированного проектирования;

5) изучение публикаций по проблеме управления поисковыми работами, а также процессами, развивающимися «по спирали», что характерно для ранних стадий проектирования судов и кораблей.

Проведенный анализ показал следующее:

- имеющаяся обширная литература по САД-системам носит в основном рекламный характер;

- вопросы управления проектно-конструкторскими работами в ПКБ отрасли (средства, технологии, организация) в печати практически не освещаются. В частности, в подшивке журнала «Судостроение» за последние 10 лет статьи на эту тему отсутствуют.

Результатом этого анализа явились подготовка и проведение На-

учно-технического совета (НТС) предприятия по вопросам совершенствования управления проектно-конструкторскими работами и выпуск соответствующих распорядительных документов. По времени это совпало с реструктуризацией предприятия и частичным перераспределением работ между подразделениями. Основными вопросами, рассмотренными на НТС, были:

1) выбор организационно-технологической схемы системы управления ПКР;

2) использование ранее разработанных стандартов предприятия по нормированию и планированию ПКР;

3) выбор программных средств системы управления проектами;

4) порядок и сроки реализации системы управления ПКР. Проблема выбора системы управления проектами была связана со следующими обстоятельствами;

5) наличие на рынке нескольких систем аналогичного назначения, три из которых в том или ином объеме используются на предприятиях отрасли (Primavera Project Planner, Microsoft (MS) Project, Spider Project);

6) желательность совместимости систем управления проектами ПКБ и заводов-строителей.

Особо обсуждалось ошибочное мнение некоторых специалистов ПКБ в том, что в «тяжелых» САПР предусмотрено решение задач управления ПКР в полном объеме.

В результате предприятием была закуплена система управления проектами «MS Project Professional–2007» с тем, чтобы в дальнейшем ее можно было расширять до корпоративной версии системы.

Количество планируемых задач в MS Project – более 10 тысяч. Оценка возможного количества работ на основе накопленного опыта предыдущего планирования ПКР показывает, что на данном этапе этого достаточно.

Функционально система значительно превосходит возможности «Spider Project», а в пространстве решаемых на предприятии задач практически эквивалентна СУП «Primavera», используемой на заводах-строителях, но по стоимости почти на порядок меньше.

Кроме того, имеется опыт конвертации данных предварительного графика строительства заказа на одном из заводов отрасли из «Primavera» в формат «MS Project» для стыковки графиков разработки РКД с графиками работ завода.

Необходимость в десятках, а, тем более в сотнях, рабочих мест (что допускается «Primavera'ой») в проектно бюро отсутствует, так же как и потребность в большом числе уровней управления проектами.

Выбранная система, как показывает опыт, проста в освоении, по ней имеются различные учебные пособия с большим числом примеров.

Принятое по итогам обсуждения решение НТС предусматривало:

1) пересмотр комплекса стандартов предприятия и актуализацию баз данных:

- по типовой номенклатуре работ, закрепленной за подразделениями;

- по нормативам трудоемкости работ по типам объектов, их массе, стадиям проектирования и по видам работ;

- по типовым сетевым графикам, а также:

2) разработку Положения о внедрении и совершенствовании системы управления ПКР;

3) сроки реализации Пускового комплекса системы.

Разработанное положение о внедрении и совершенствовании системы предусматривает:

- введение должности администратора системы;

- определение ответственности заместителей главных конструкторов проектов за формирование графиков работ и взаимодействие с администратором системы;

- определение ответственности начальников отделов за работы по их заведованию.

Организационно-технологическая схема управления проектами на предприятии представлена на рис. 3.

С учетом задач, стоящих перед ЦКБ, и в связи с реструктуризацией бюро уточнена номенклатура работ, закрепленных за подразделениями.

В новых условиях хозяйствования, когда при участии в тендерах и

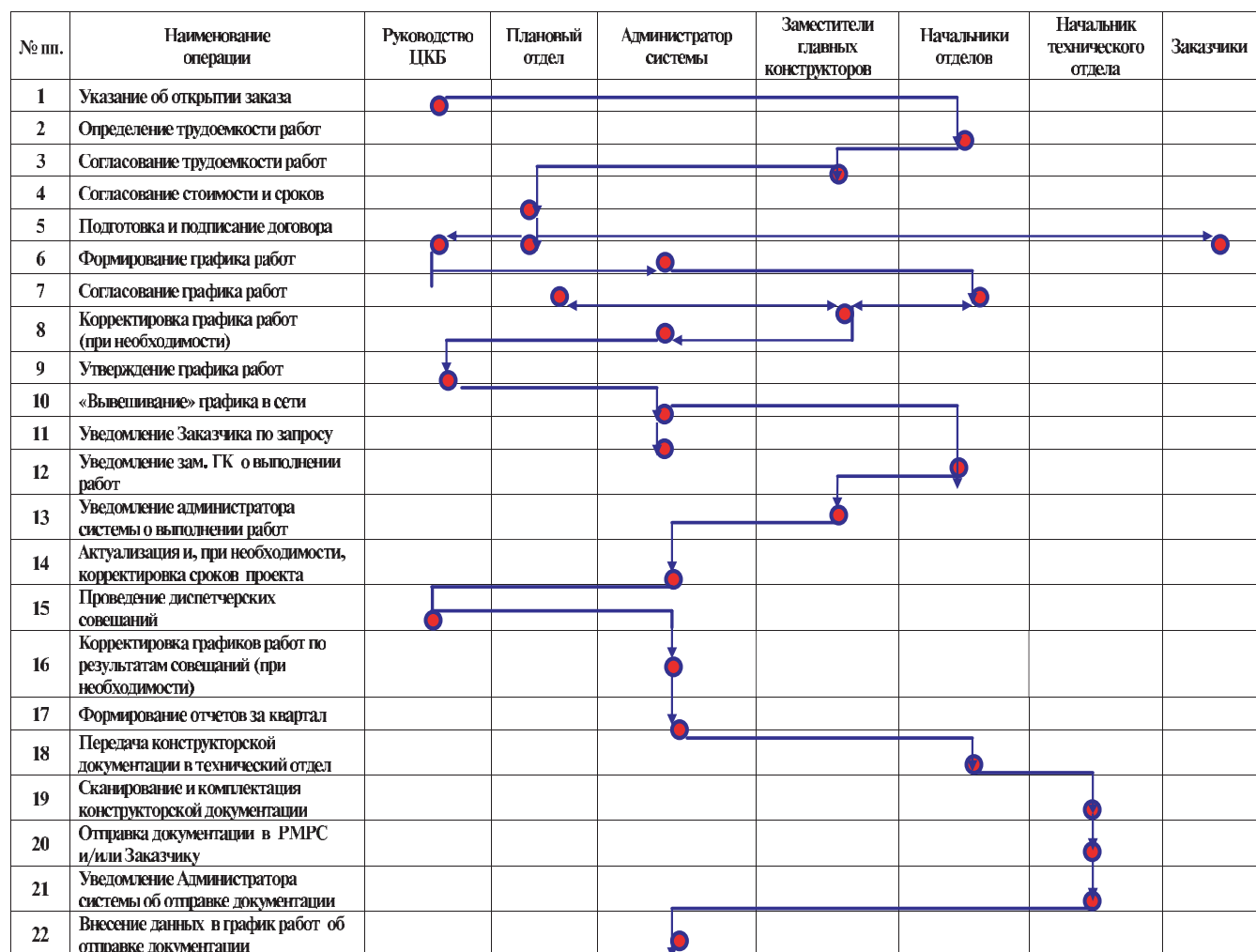


Рис. 3. Организационно-технологическая схема функционирования системы управления ПКР

при определении вклада подразделений в разработку проектов требуется объективная оценка предстоящих и произведенных затрат труда, а также в связи внедрением «тяжелой» САПР особенно актуальными остаются вопросы:

- оценки трудоемкости работ;
- нормирования трудоемкости работ;
- оптимизации требуемых ресурсов.

Из изложенного следует, что работа ЦКБ в новых условиях и переход бюро на использование «тяжелых» САПР требует адекватного осознания задач, которые возникают в связи с этим, и их комплексного решения.

ЛИТЕРАТУРА

- Дорин В.С. Общие принципы построения системы автоматизированного проектирования судов // Вопросы судостроения. Сер.1. – 1979. – № 7. – С. 87–98.
- Интерактивные электронные технические руководства. – <http://www.almaz-kb.ru/>.
- Комплекс руководящих документов (РД) Судиромы, определяющих порядок организации работ: Техн. отчет. – СПб.: ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 1996, 45 с.
- Киреев В.Н., Круглов В.Н., Рязанцев Ю.И. ЦКБ «Балтсудопроект». Становление и развитие отечественного морского судостроения. – СПб.: Изд. ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 2008. – 168 с.
- Куперштейн В. Microsoft Project в делопроизводстве и управлении. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 461 с.
- Липис Д.А., Машин А.В. PLM-технологии для создания технической документации // Автоматизация проектирования. – 2008. – № 2. – С.58–60.
- Новая система автоматизированного проектирования для судостроения. – http://www.esg.spb.ru/win/Pr_crd.htm.
- Построение современных систем автоматизированного проектирования / Д.К. Жук и др. – Киев: Наукова Думка, 1983. – 247 с.
- Судостроители выбирают российские решения. CAD/CAPP/PDM для кораблей от компании АСКОН // Автоматизация проектирования. – 2006. – № 1. – С. 66–68.
- Юхнин В.Е. Основные проблемы организации проектирования в судостроении. – Л.: ИПК СП, 1982. – 43 с.
- Contact mag. The DS PLM Magazine, №6, 8 2007, 32 с.
- Опыт внедрения информационных технологий на судостроительных верфях Западной Европы / <http://www.catia.spb.ru>.
- Грабовец Л.Г., Юрьев О.Ю. Нормативы по труду как эффективный инструмент загрузки персонала судостроительного предприятия // Морской вестник. – 2005. – №4(16). – С.106–108.
- Таленс Я.Ф. Работа конструктора. – Л.: Машиностроение, ЛО, 1987. – 255 с.
- Нормативы трудоемкости и продолжительности проектирования гражданских судов. №299024-Н-91. – ЦНИИ «Румб», 1991. – 46 с.
- К теории и практике проектирования современных судов, кораблей и средств океанотехники / Мацкевич В.А. и др. (готовится к публикации). ■



ЦИФРОВАЯ ВЕРФЬ «РТС» («ПиТиСи»): ПЕРВОЕ ЗНАКОМСТВО

Г.Г. Чернобыль, главный бизнес-консультант,
руководитель сервисного направления «РТС» в России и СНГ
контакт. тел. +7 985 9228407

«BAE Systems Submarine Solutions» («BAE Systems») – генеральный подрядчик государственной программы по созданию атомных подводных лодок (АПЛ) класса Astute, наиболее современных и сложных. В рамках этой программы перед компанией «BAE Systems» стоит задача построить три АПЛ этого класса. Первая из них («Astute S-119») спущена на воду 8 июля 2007 г.

Основные технические характеристики «Astute S-119»

Длина, м	97
Ширина, м	10,4
Осадка, м	11
Водоизмещение, т	7800
Скорость, уз	29
Глубина погружения, м	300
ЭУ	два ядерных реактора типа «Rolls-Royce»
Командный состав/личный состав, чел.	12/98

Чтобы ускорить этапы проектирования и строительства, компания «BAE Systems» внедрила множество инновационных решений, одним из которых стал отказ от создания физических прототипов и использование компьютерного моделирования с последующей визуализацией данных на стройке. Идея хорошая, но в настоящее время сложно найти предприятие судпрома, которое не использует системы проектирования с последующей визуализацией. Так что же нового в этом решении? Ответ прост: основная причина применения компьютерного моделирования с последующей визуализацией – это предоставление «идеальных» данных лицам, задействованным на этапе строительства, постройки субмарины. Несмотря на то, что рабочая конструкторская документация выпускается в бумажном виде, «BAE Systems» в качестве достоверного источника информации использует электронное представление. При этом на уровне всей программы соблюдается равенство электронного и бумажного документа.

Решение по визуализации данных на этапе строительства позволило «BAE Systems» решить множество проблем, вот некоторые из них. Решение, позволяет с помощью 3D-стереоскопического комплекса выявлять возможные пересечения между компонентами и сборками подводной лодки, благодаря чему изменения в проект удается внести до начала постройки конкретной секции. На самом же этапе строительства компания установила специальные терминалы в удобных кабин-

ках, расположенных на специальном помосте по периметру лодки. Эти терминалы предоставляют доступ специалистам, участвующим в процессе производства ко всей информации, включая возможность просмотра виртуальных 3D-моделей, что позволяет наглядно рассмотреть секцию, отдельную ее зону; определенные системы и т.д.

Применение этого решения позволило значительно сократить сроки строительства, а также:

- отказаться от физических прототипов, что дало возможность сохранить колоссальные материальные средства;
- централизовать управление инженерными данными и предоставить доступ к ним в реальном времени, что позволило решить вопросы актуальности и сокращения непроизводственных затрат, например, таких как: время поиска информации и выполнение непрофильных работ;
- установить равенство электронного и бумажного документа, что сказалось на повышении производительности проектирования, проведения изменений, согласования и утверждения документации, документы, что называется, стали «ходить» быстрее;
- создать терминалы на помосте по периметру лодки, что дало сокращение времени на поиск информации и уменьшение непроизводственных затрат, например, сотрудникам больше не приходилось тратить свое рабочее время на посещение проектно-конструкторского центра.

К выбору технологий для программы Astute компания подошла стратегически со следующими требованиями:

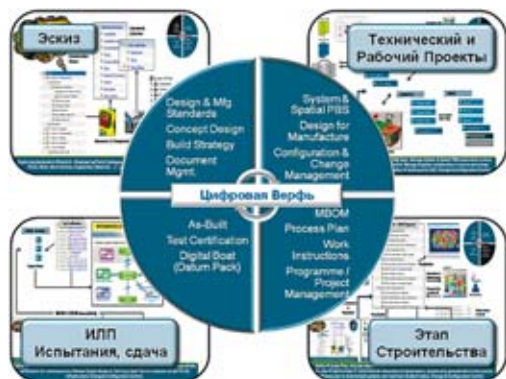
1. Выбор технологической ИТ платформы должен быть сделан минимум на 15 лет (это вполне реалистичные цифры, если взглянуть на срок проектирования и строительства первой АПЛ класса Astute, а он составил 11 лет).
2. Внедрение должно происходить в ходе реализации самой программы, так как ее приостановка невозможна, а технологии должны быть интуитивно понятными.
3. Компания-поставщик технологий должна обладать компетенцией в снижении сроков строительства и сокращении непроизводственных затрат как на этапе проектирования, так и строительства.

Для управления всеми данными по программе Astute компания «BAE Systems» выбрала инновационные, интегрированные решения компании «РТС» («ПиТиСи»), что позволило успешно реализовать все поставленные задачи и добиться сокращения срока строительства АПЛ и снижения затрат.



Инновационные, интегрированные решения компании «РТС» («ПиТиСи») состоят из различных модулей, объединенные одним единым решением – «Цифровая верфь».

ЧТО ТАКОЕ «ЦИФРОВАЯ ВЕРФЬ»?



Эффективная организация управления жизненным циклом изделий помогает предприятию комплексно снизить затраты, улучшить качество изделия, ускорить выход его на рынок, обеспечить качественное послепродажное сопровождение. Основу управления жизненным циклом изделий (PLM) составляет корпоративная информационная система управления, совместного создания и использования актуальной информации об изделии, объединяющая в единое информационное пространство людей, процессы и изделия. Управление современным промышленным производством так как оно в настоящее время реализуется крупными промышленными структурами (транснациональными, холдинговыми, отраслевыми), характеризуется прежде всего наличием широкого спектра производственных задач автоматизации отдельных областей производственной деятельности (различных этапов, например проектирование и строительство – стадий жизненного цикла изделия). Успешно достигнута в настоящее время реализация информационной поддержки бизнес-процессов в каждой из этих областей уже не обеспечивает всё нарастающие требования рынка по повышению эффективности собственно производства. Неизбежен вывод – требуется согласованный переход от автоматизации отдельных областей производственной деятельности к единой интегрированной информационной среде разработки изделия. Только наличие такого рода информационной среды позволит максимально использовать эффект автоматизации каждой отдельной задачи, увязав эти эффективные реализации в единую концепцию автоматизации управления всем жизненным циклом изделия.

«Цифровая верфь» (интегральная информационная среда для эффективной разработки изделия) позволяет предприятиям сохранять свой производственный и интеллектуальный потенциал, повышать эффективность производства, максимально использовать имеющийся на предприятии уровень развития процессов, достигать существенного развития производственной базы, существенно обновлять механизмы

взаимодействия, как с поставщиками и контрагентами, так и с заказчиками.

Таким образом, «Цифровая верфь» – это комбинация бизнеса и технических инструментов, позволяющих работать сразу по трем направлениям:

- люди (в эту группу входят все, кто задействован в работе с сотрудниками предприятия в период внедрения «Цифровой верфи» и последующем ее использовании);
- изделие (в эту группу входит все, что касается работы с составом изделия, например, разбиением на зоны, выделение секций, пространственная интеграция и т.д.);
- процессы (в эту группу входит все, что касается операционной деятельности предприятия, это именно то, что будет выполняться на цифровой верфи).

Параллельная работа по этим трем направлениям в рамках внедрения «Цифровой верфи» дает на выходе конкретный результат, а именно: исполнительскую дисциплину; сокращение сроков строительства; комплексное снижение издержек.



Контекст «Цифровой верфи»

ЗАДАЧИ, НА РЕШЕНИЕ КОТОРЫХ ОРИЕНТИРОВАНА «ЦИФРОВАЯ ВЕРФЬ»

На сегодняшний день перед коммерческим судостроением и кораблестроением стоят различные задачи. Задачи коммерческого судостроения – снижение производственных затрат и сокращение сроков строительства. Кораблестроители, чья деятельность во многом определяется требованиями госзаказов, решают в первую очередь задачи повышения производительности, оптимизации и контроля затрат на протяжении всего жизненного цикла изделия, а также интегрированной логистической поддержки.

Решение «Цифровая верфь» концентрируется прежде всего на задачах военного кораблестроения, вызывающих особые трудности, связанные с длительным циклом разработки изделия. К основным из них относится обеспечение:

- 1) достоверной информацией по проекту и программе через единый источник, на основании которого осуществляется сопровождение изделия на протяжении всего жизненного цикла;
- 2) организации эффективной совместной работы на этапе проектирования и строительства различных организаций, подразделений и служб;



3) контроля над ходом выполнения проекта и программы, а также обеспечение прозрачности хода выполнения для государственных заказчиков;

4) эффективной системы контроля расходов и доходов (БДР), включая анализ и динамическое обновление данных;

5) защиты интеллектуальной собственности в проектах и программах, в которых задействовано большое количество субконтракторов, поставщиков и партнеров. Ведение контрольного журнала, протоколирующего ход выполнения проекта: когда решение принято, что конкретно решили и кто является ответственным лицом по его выполнению;

6) целевого проектирования (Design for X) применимого на наиболее ранних стадиях разработки изделия. К целевому проектированию относятся такие методы, как проектирование под производство (DFM), анализ собираемости сборок (АФА), проектирование под насыщение (DFI), проектирование под сопровождение (DFS), проектирование в соответствии с целевыми показателями (DTT);

7) эффективной системой управления изменениями, контроль запросов на изменения и обеспечение механизмами перенаправления извещений ответственным экспертам для оценки и одобрения, а также обеспечение анализа соответствия результатов изменений первоначальному запросу;

8) средствами интегрированной логистической поддержки (ИЛП), включая поддержку международных стандартов S1000D и S2000M;

9) сохранности и передачи накопленного опыта и технологий следующим поколениям корабельных инженеров и конструкторов.

Именно для решения этих задач была создана «Цифровая верфь». Не стоит забывать и о том, что компании начинают внедрение ее только в том случае, если:

продукты являются инновационными и сложными с технической точки зрения;

в процесс вовлекается много контрагентов и присутствует множество функций;

требуется большой объем инвестиций;

необходимо выполнить различный набор требований (требования заказчика, проектирования, законодательства, эксплуатации и ремонта);

на рынке существует сильная конкуренция и необходимо обеспечить как можно более короткий период времени от начала разработки до сдаточных испытаний.

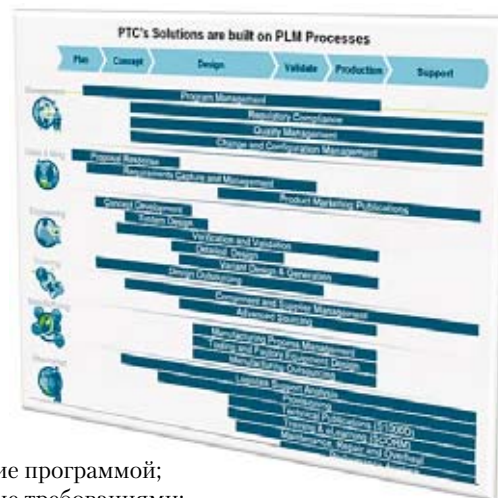
Коммерческое судостроение	Приоритет	Военное кораблестроение
Снижение производственных затрат	★★★★★	Повышение производительности
Сокращение сроков строительства	★★★★★	Оптимизация и контроль затрат на протяжении всего жизненного цикла изделия
Повышение качества	★★★★★	Интегрированная логистическая поддержка
Сокращение сроков проектирования	★★★★★	Улучшение качества
Повышение культуры производства	★★★★★	Повышение культуры производства

Отличия в приоритетах коммерческого судостроения и кораблестроения

Подводя итог вышесказанному, «Цифровая верфь» (Digital Shipyard) – это комбинация бизнес подходов различных верфей, что является ничем иным, как лучшими практиками мирового судостроения, и набора технических инструментов, позволяющих эти бизнес подходы воплотить в жизнь. Далее рассмотрим, что в «Цифровой верфи» взято от бизнеса и что от техники.

БИЗНЕС-СОСТАВЛЯЮЩАЯ «ЦИФРОВОЙ ВЕРФИ»

Стержнем «Цифровой Верфи» являются лучшие мировые судостроительные практики, описанные в терминах процессов. Суммарно, «Цифровая верфь» состоит из 14 процессов, характерных для кораблестроения:



- управление программой;
- управление требованиями;
- управление изменениями;
- управление конфигурациями;
- проектный аутсорсинг;
- производственный аутсорсинг;
- управление производственными процессами;
- процесс выпуска в производство;
- управление обслуживанием (ИЛП);
- концептуальное проектирование;
- системное проектирование;
- детальное проектирование;
- управление ТКП;
- управление поставщиками.

Проводя аналогию с уже существующими процессами на российских предприятиях судпрома, получаем следующую картину:

Процессы	Цифровая Верфь	Значимость	Типовая Программа
Управление Программой	В полном объеме	★★★★★	Нет
Управление Требованиями	В полном объеме	★★★★★	Нет
Управление Изменениями	В полном объеме	★★★★★	Не в полном объеме
Управление Конфигурациями	В полном объеме	★★★★★	Нет
Проектный Аутсорсинг	В полном объеме	★★★★★	Есть (работа проектных бюро)
Производственный Аутсорсинг	В полном объеме	★★★★★	Не в полном объеме
Управление Производ. Процессами	В полном объеме	★★★★★	Есть (согласно стандартам)
Процесс Выпуска в Производство	В полном объеме	★★★★★	Есть (согласно стандартам)
Управление Обслуживанием (ИЛП)	В полном объеме	★★★★★	Нет
Концептуальное Проектирование	В полном объеме	★★★★★	Есть (Эскизный Проект)
Системное Проектирование	В полном объеме	★★★★★	Есть (Технический Проект)
Детальное Проектирование	В полном объеме	★★★★★	Есть (Рабочий Проект)
Управление ТКП	В полном объеме	★★★★★	Есть (согласно стандартам)
Управление Поставщиками	В полном объеме	★★★★★	Не в полном объеме

Сравнение процессов, заложенных в «Цифровую верфь» относительно типовой программы

Представленные выше процессы описаны в «Цифровой Верфи» в виде трех уровней: описание процессов высокого уровня; описание лучших отраслевых практик; описание современных подходов к работе (методов и инструменты для их реализации). Каждый из них дополняет и насыщает предыдущий, что, в конце концов, позволяет получить окончательное решение.



Уровни описания процессов в «Цифровой верфи»

УРОВНИ ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССОВ В «ЦИФРОВОЙ ВЕРФИ»

Первый уровень описания процессов – это описание самой сущности процесса без детализации до работ, так как у каждого предприятия разные работы и задачи, а значит, и результаты. Каждый процесс в «Цифровой верфи» имеет: четко описанные входы и выходы; условно регламентированные роли и ответственности лиц участвующих в реализации процесса; настоятельно рекомендуемые шаги выполнения процесса с указанием ссылок на другие процессы и требуемые методы; условную таблицу описания зрелости каждого из процессов (в таблице каждый процесс разбит на четыре уровня зрелости и описание каждого из них).

Таблица зрелости процесса – это один из важнейших инструментов в цифровой верфи, который показывает текущую картину и ту, к которой нужно стремиться.

Второй уровень описания процессов – это подробное описание лучших мировых судостроительных практик, таких как: ворота качества; модульная архитектура продукта; планирование продукта; управление конфигурациями; точно, во время; проектный и производственный аутсорсинг и многие другие.

В этой статье мы не будем детально рассматривать лучшие практики, которые заложены в решение «Цифровая верфь», оставим это до следующей статьи.

Третий уровень описания процессов – это подробное описание методик, так называемых современных методов работы, которые, кстати, практически не используются в российском судпроме. К таким методам можно отнести следующие: проектирование для X, где в качестве переменной X выступают такие характеристики, как качество, отказобезопасность, надежность, собираемость, долговечность, насыщаемость и т.д.; робастное проектирование с использованием методов и подходов Генити Тагути (Genichi Taguchi, род. в 1924 г.); внедрение функций качества (QFD); DSM матрицы; опережающие закупки; метод анализа собираемости секций (АФА) и т.д.

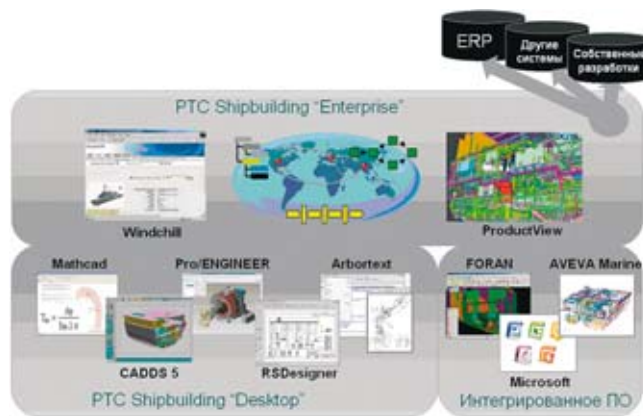
ТЕХНИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ «ЦИФРОВОЙ ВЕРФИ»

«Цифровая верфь» (интегральная информационная среда для эффективной разработки изделия) компании «РТС» (ПиТиСи) основана на применении глубоко интегрированных подсистем – модулей, которые легко масштабируются. Предприятие может выбрать только те модули, которые необходимы в данный момент, при этом есть возможность добавлять в будущем. Каждый модуль является передовым в своей области. Именно интеграция различных модулей и систем в единое целое решение «Цифровая верфь», позволяет повышать эффективность работы в целом всего предприятия. Все решение «Цифровая верфь» имеет 22 (!) модуля сгруппированные в 4 группы.



Техническая составляющая «Цифровой верфи»
Ключевая характеристика – модульность

Решение «Цифровая верфь» имеет многоуровневую структуру, в которой для каждой из подзадач применяется наиболее грамотные решения. Например: для проектирования корпуса AVEVA Marine или TRIBON, для проектирования машиностроительной части PRO/ENGINEER; для организации автоматизированной операционной деятельности на всех этапах жизненного цикла изделия – наиболее рациональная и лучшая в своем классе система управления Windchill; для решения задач визуализации (включая работу с цифровым макетом изделия) – Product View; для создания технической и эксплуатационной документации Arbortext, для создания документации в соответствии со стандартом S1000D – Arbortext S1000D и т.д.



Интегральная линейка продуктов «РТС» (ПиТиСи), позволяющая обеспечить «Цифровую верфь» всем необходимым с технической точки зрения

Кроме того, «Цифровая верфь» компании «РТС» (ПиТиСи) предусматривает использование решений для организации распределённой, интегрированной консолидированной и масштабной среды, использование сетевых распределённых источников информации. Решение полностью базируется на Web-технологиях и использует для взаимодействия современные технологии SOA. Ниже приведены технологии, которые использует «Цифровая верфь» для взаимодействий: Java 2EE; Java Beans; Java Server Pages; Java Message Service; HTML, HTTP, HTTPS; XML, XSL; SOAP.

Масштаб и интероперабельность «Цифровой Верфи» позволяет обеспечить параллельную работу тысяч пользователей, а также безопасное управление проектами и программами через защищенное Интернетом соединение, а поддержка системы распределённого хранения данных под СУБД Oracle – высокую производительность и безопасное хранение информации.

АККУМУЛИРОВАНИЕ НАКОПЛЕННОГО ОПЫТА

В программе Astute различные модули «Цифровой верфи» начали применяться с 1997 г. В настоящее время их количество близко к 80%. Исходя из этого, компанию «BAE Systems» можно смело назвать первопроходцем в использовании решения «Цифровая верфь» в том виде, в каком она есть сейчас. Эта компания выступает в роли отличного полигона «РТС» (ПиТиСи), где проходят боевое крещение множество нововведений и инноваций, которые в последующем применяются в мировом судостроении.

В настоящей статье модули из технической части детально не описаны, мы не затронули практики и современные подходы к работе – методы, но оставим все это интересное для следующих серий статей, посвященных «Цифровой верфи».

* SOA – Service Oriented Architecture (сервис ориентированная архитектура)

Корпус корабля имеет в общем случае сложную форму, которая не может быть описана одним уравнением, как это делается для сферы, эллипсоида, конуса, цилиндра и т.п. Между тем для проведения теоретических и расчетных исследований в теории и гидромеханике корабля, а также при оптимизации формы корпуса, чаще всего требуется аналитическое задание корпуса судна в виде уравнения $y = f(x, z)$ или в виде простого алгоритма, позволяющего определять ординаты и производные поверхности в любой точке. В настоящее время для согласования теоретического чертежа используются различного вида сплайны, не дающие возможности описывать поверхность корпуса в виде уравнения, однако позволяющие согласовывать поверхность теоретического чертежа с точностью до четвертого десятичного знака. Не говоря о сложности подобных программ, следует отметить, что такое согласование поверхности не позволяет использовать его для исследований.

В 60-е гг. выполнялись работы, в которых разрабатывались аналитические представления шпангоутов в виде полиномов [1] очень высоких порядков, а также с помощью функций конформного отображения [2].

В настоящей статье описан метод аппроксимации шпангоутов, ватерлиний, батоксов и любых других сечений корпуса корабля в виде одного и того же уравнения третьего порядка. Разработан и описан простой алгоритм получения ординат сечений поверхности корпуса судна. Так как сечения получаются в виде аналитической кривой, то, естественно, можно получить в произвольно выбранной точке поверхности корпуса производные любого порядка. Это дает возможность не только упростить согласование теоретического чертежа, но использовать такой алгоритм для решения задач гидромеханики корабля.

1. КОРАБЕЛЬНАЯ ВЕРЗИЕРА

Кривая, которая используется для аппроксимации, названа нами корабельной верзиерой. Она получена путем трансформации известной верзиеры (кривой или локона Марии Аньези). Кривая Марии Аньези описывается уравнением

$$y = \frac{8a^3}{4a^2 + x^2} \quad (1)$$

и имеет вид, показанный на рис. 1.

Из рис. 1 легко видеть, что верзиера непрерывная, симметричная кривая, которая на своем протяжении имеет кривизну не только разной величины, но и разных знаков. Чтобы использовать верзиеру для аппроксимации сечений поверхности корпуса судна (или любой другой поверхности сложной формы), выполнено ее преобразование, цель которого состояла в том, чтобы получить семейство кривых, подобных верзиере, но имеющих более крутую или более пологую форму, чем верзиера. Для этого вместо параметра

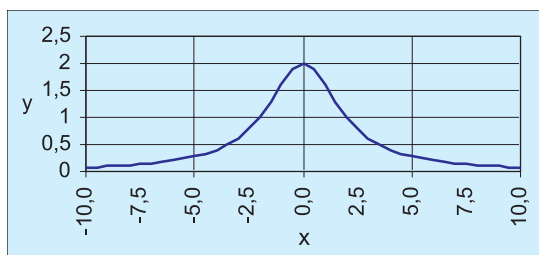


Рис. 1. «Локо́н» Марии Аньези (верзиера)

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ КОРПУСА КОРАБЛЯ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ

А.Ш. Готман, д-р техн. наук, проф.,

Новосибирская государственная академия водного транспорта,

а введено два разных параметра l и k . Таким путем было получено семейство кривых, уравнение которого записывается в виде

$$y = \frac{kl}{k + x^2} \quad (2)$$

и названо «корабельной верзиерой».

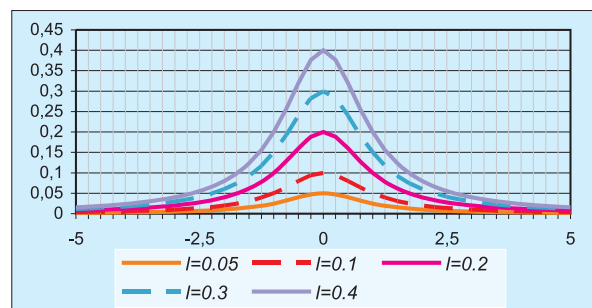


Рис. 2. Множество кривых, названных «корабельной верзиерой»

На рис. 2 показано семейство кривых, которое получается по формуле (2) путем изменения параметров k и l . Из рисунка видно, что изменение параметров k и l позволяет получать кривые любой кривизны. Таким образом, всегда можно выбрать такую часть какой-нибудь кривой семейства, которая целиком совпадет с ватерлинией или шпангоутом. Аналитически сечения теоретического чертежа судна редко описываются кривыми выше третьего порядка, а практический опыт автора показал, что с достаточно высокой точностью (до 0,1%) можно аппроксимировать одной кривой семейства корабельной верзиеры сечения очень сложных форм корпуса судна.

Пусть кривая (2) задана в собственной декартовой системе координат, и ее параметры известны. Особенность корабельной верзиеры состоит в том, что ее вершины всегда расположены на оси ординат. Однако при аппроксимации произвольных линий, заданных в системе координат судна, приходится поворачивать верзиеру и смещать ее вершину. В этом случае происходит перевод уравнения верзиеры из ее собственной системы координат в другую систему, начало и угол поворота ϕ которой не совпадают с системой координат верзиеры. Тогда кривая записывается в виде неявного уравнения третьего порядка.

На рис. 3 показана связь системы координат верзиеры с системой координат шпангоута. В системе координат шпангоута уравнение корабельной верзиеры получается в виде

$$b_1 y^3 + y^2 (b_2 x + b_3) + y (b_4 x^2 + b_5 x + b_6) + b_7 x^3 + b_8 x^2 + b_9 x + b_{10} = 0. \quad (3)$$

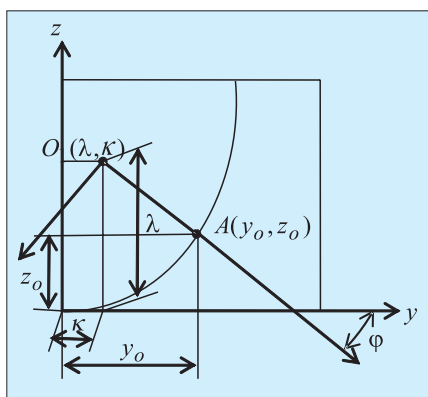


Рис. 3 Соотношение систем координат шпангоута и корабельной верзиеры

Это неявное уравнение третьего порядка, коэффициенты которого $b_1, b_2, \dots, b_{10}$ зависят от параметров верзиеры k и l , а также от координат вершины верзиеры и угла поворота осей координат. Эти коэффициенты даются выражениями

$$\left. \begin{aligned} b_1 &= \cos \varphi \sin^2 \varphi; \\ b_2 &= \sin^3 \varphi - 2 \cos^2 \varphi \sin \varphi; \\ b_3 &= 2 \lambda \cos^2 \varphi \sin \varphi - \lambda \sin^3 \varphi - 3 \kappa \sin \varphi \cos \varphi; \\ b_4 &= \cos^3 \varphi - 2 \cos \varphi \sin^2 \varphi; \\ b_5 &= 4 \kappa \cos^2 \varphi \sin \varphi - 2 \cos^2 \varphi - 2 \kappa \sin^3 \varphi + 4 \lambda \cos \varphi \sin^2 \varphi; \\ b_6 &= k \cos \varphi + 3 \kappa^2 \cos \varphi \sin^2 \varphi + \lambda^2 \cos^3 \varphi - \\ &- 4 \kappa \lambda \cos^2 \varphi \sin \varphi + 2 \kappa \lambda \sin^3 \varphi - 2 \lambda^2 \cos \varphi \sin^2 \varphi; \\ b_7 &= \cos^2 \varphi \sin \varphi; \\ b_8 &= 2 \kappa \cos \varphi \sin^2 \varphi - 3 \lambda \cos^2 \varphi \sin \varphi - \kappa \cos^3 \varphi; \\ b_9 &= 2 \kappa \lambda \cos^3 \varphi - 4 \kappa \lambda \cos \varphi \sin^2 \varphi + \kappa \sin^3 \varphi + \\ &+ 3 \lambda^2 \cos^2 \varphi \sin \varphi - 2 \kappa^2 \cos^2 \varphi \sin \varphi + \kappa \sin \varphi; \\ b_{10} &= 2 \kappa \lambda^2 \cos \varphi \sin^2 \varphi - \kappa^2 \lambda \sin^3 \varphi - \lambda k \sin \varphi - \\ &- \kappa k \cos \varphi - \kappa^3 \cos \varphi \sin^2 \varphi - \kappa \lambda^2 \cos^3 \varphi + \\ &+ 2 \kappa^2 \lambda \cos^2 \varphi \sin \varphi - \lambda^3 \cos^2 \varphi \sin \varphi - \kappa l. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Уравнение (4) содержит десять коэффициентов (связанных между собой). Строго говоря, кривая зависит от пяти независимых параметров k , l , z_o , y_o , φ , что аналитически подтверждает возможность с помощью такой кривой аппроксимировать большой класс корабельных кривых (сечений корпуса судна). Естественно, что для определения ординат кривой (3), необходимо использовать вычислительную технику.

Рабочие программы для определения ординат шпангоутов и ватерлиний были разработаны автором в программе FORTRAN.

Число коэффициентов кривой (3) может быть уменьшено, если все коэффициенты разделить на первый коэффициент b_1 . Тогда уравнение для ватерлинии записывается в виде

$$y^3 + y^2(a_1x + a_2) + y(a_3x^2 + a_4x + a_5) + a_6x^3 + a_7x^2 + a_8x + a_9 = 0, \quad (5)$$

а для шпангоута в виде

$$y^3 + y^2(a_1z + a_2) + y(a_3z^2 + a_4z + a_5) + a_6z^3 + a_7z^2 + a_8z + a_9 = 0, \quad (6)$$

где коэффициенты

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= \frac{b_2}{b_1}, a_2 = \frac{b_3}{b_1}, a_3 = \frac{b_4}{b_1}, a_4 = \frac{b_5}{b_1}, a_5 = \frac{b_6}{b_1}, \\ a_6 &= \frac{b_7}{b_1}, a_7 = \frac{b_8}{b_1}, a_8 = \frac{b_9}{b_1}, a_9 = \frac{b_{10}}{b_1}. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

В работе [3] подробно описан графический метод аппроксимации кривых теоретического чертежа. Однако, такой метод достаточно громоздкий и трудоемкий. Кроме того, аппрокси-

мация производится не по ординатам теоретического чертежа, а по массиву, снимаемому с чертежа в координатах самой корабельной верзиеры (рис. 3).

Для согласования теоретического чертежа полученные по уравнениям кривые шпангоутов и ватерлиний строятся в программе Excel и согласование выполняется таким же способом, как это делается на теоретическом чертеже. После согласования корабельных верзиер шпангоутов и ватерлиний приходится снова получать массив коэффициентов $a_1, a_2, \dots, a_9$ уже согласованных шпангоутов и ватерлиний.

2. СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ КОРАБЕЛЬНОЙ ВЕРЗИЕРЫ ПО ОРДИНАТАМ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ЧЕРТЕЖА

Для того, чтобы получить коэффициенты корабельной верзиеры в настоящее время нами используется аналитический способ. Входящие в уравнение (5) коэффициенты $a_1, a_2, \dots, a_9$ определяются по ординатам $y_1, y_2, \dots, y_n$, которые снимаются непосредственно с теоретического чертежа. Затем методом наименьших квадратов получается система коэффициентов аппроксимирующей верзиеры. Для получения девяти коэффициентов $a_1, a_2, \dots, a_9$ приходится решать систему девяти уравнений, что при наличии стандартных программ не составляет никаких проблем. В зависимости от формы обводов можно задавать массив большего или меньшего числа точек шпангоутов или ватерлиний. Таким путем для аппроксимации всей поверхности необходимо получить верзиеры теоретических шпангоутов и ватерлиний.

Пусть задан массив, состоящий из координат точек шпангоута в виде табл. 1.

Таблица 1

	z_i	y_i
1	z_1	y_1
2	z_2	y_2
...	...	...
n	z_n	y_n

По данным табл. 1 нормальная система уравнений получается из равенства

$$\sum_{i=1}^n [y_i^3 + y_i^2(a_1z_i + a_2) + y_i(a_3z_i^2 + a_4z_i + a_5) + a_6z_i^3 + a_7z_i^2 + a_8z_i + a_9]^2 = \min \quad (8)$$

путем дифференцирования по искомым коэффициентам $a_1, a_2, \dots, a_9$.

Тогда для определения коэффициентов $a_1, a_2, \dots, a_9$ получается нормальная система уравнений в виде

$$\left. \begin{aligned} a_1s(1) + a_2s(2) + a_3s(3) + a_4s(4) + \\ + a_5s(5) + a_6s(6) + a_7s(7) + a_8s(8) + a_9s(9) &= -s(26) \\ a_1s(2) + a_2s(10) + a_3s(4) + a_4s(5) + \\ + a_5s(11) + a_6s(7) + a_7s(8) + a_8s(9) + a_9s(12) &= -s(25) \\ a_1s(3) + a_2s(4) + a_3s(6) + a_4s(7) + \\ + a_5s(8) + a_6s(13) + a_7s(14) + a_8s(15) + a_9s(16) &= -s(1) \\ a_1s(4) + a_2s(5) + a_3s(7) + a_4s(8) + \\ + a_5s(9) + a_6s(14) + a_7s(15) + a_8s(16) + a_9s(17) &= -s(2) \\ a_1s(5) + a_2s(11) + a_3s(8) + a_4s(9) + \\ + a_5s(12) + a_6s(15) + a_7s(16) + a_8s(17) + a_9s(18) &= -s(10) \\ a_1s(6) + a_2s(7) + a_3s(13) + a_4s(14) + \\ + a_5s(15) + a_6s(19) + a_7s(20) + a_8s(21) + a_9s(22) &= -s(3) \\ a_1s(7) + a_2s(8) + a_3s(14) + a_4s(15) + \\ + a_5s(16) + a_6s(20) + a_7s(21) + a_8s(22) + a_9s(23) &= -s(4) \\ a_1s(8) + a_2s(9) + a_3s(15) + a_4s(16) + \\ + a_5s(17) + a_6s(21) + a_7s(22) + a_8s(23) + a_9s(24) &= -s(5) \\ a_1s(9) + a_2s(12) + a_3s(16) + a_4s(17) + \\ + a_5s(18) + a_6s(22) + a_7s(23) + a_8s(24) + a_9s(27) &= -s(11), \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

где суммы (в данном случае для шпангоута) имеют вид

$$\begin{aligned} s(1) &= \sum_{i=1}^n y_i^4 z_i^2, \quad s(2) = \sum_{i=1}^n y_i^4 z_i, \quad s(3) = \sum_{i=1}^n y_i^3 z_i^3, \quad s(4) = \sum_{i=1}^n y_i^3 z_i^2, \\ s(5) &= \sum_{i=1}^n y_i^3 z_i, \quad s(6) = \sum_{i=1}^n y_i^2 z_i^3, \quad s(7) = \sum_{i=1}^n y_i^2 z_i^2, \quad s(8) = \sum_{i=1}^n y_i^2 z_i, \\ s(9) &= \sum_{i=1}^n y_i^2 z_i, \quad s(10) = \sum_{i=1}^n y_i^4, \quad s(11) = \sum_{i=1}^n y_i^3, \quad s(12) = \sum_{i=1}^n y_i^2, \\ s(13) &= \sum_{i=1}^n y_i z_i^5, \quad s(14) = \sum_{i=1}^n y_i z_i^4, \quad s(15) = \sum_{i=1}^n y_i z_i^3, \quad s(16) = \sum_{i=1}^n y_i z_i^2, \\ s(17) &= \sum_{i=1}^n y_i z_i, \quad s(18) = \sum_{i=1}^n y_i, \quad s(19) = \sum_{i=1}^n z_i^6, \quad s(20) = \sum_{i=1}^n z_i^5, \\ s(21) &= \sum_{i=1}^n z_i^4, \quad s(22) = \sum_{i=1}^n z_i^3, \quad s(23) = \sum_{i=1}^n z_i^2, \quad s(24) = \sum_{i=1}^n z_i, \\ s(25) &= \sum_{i=1}^n y_i^5; \quad s(26) = \sum_{i=1}^n y_i^5 z_i, \quad s(27) = n. \end{aligned} \quad (10)$$

Для получения сумм в случае аппроксимации ватерлинии следует в формулах сумм заменить z_i на x_i .

Уравнения шпангоутов и ватерлиний получают в виде неявного уравнения (5) или (6). Для каждого значения z_i или x_i получается кубическое уравнение для определения соответствующей ординаты y_i . Решение кубического уравнения дает три значения, из которых выбирается то действительное значение, которое соответствует значению исходной кривой. Выбор делается путем сравнения каждого из трех решений уравнения с исходным значением y_i (рис.4).

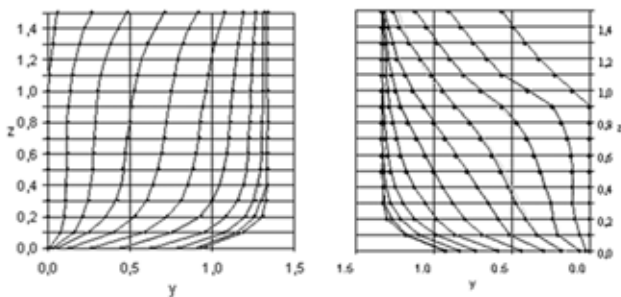


Рис. 4. Сравнение исходных и расчетных шпангоутов модели Тодда

3. ПОСТРОЕНИЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ШПАНГОУТОВ ПО УРАВНЕНИЯМ АППРОКСИМИРОВАННЫХ СЕЧЕНИЙ

По аналитически заданным сечениям можно составить алгоритм для определения ординат любой точки поверхности корпуса судна. Для этого используется интерполяционная формула Лагранжа

$$y(x) = \sum_{i=0}^n y_i \frac{(x-x_0) \cdot (x-x_1) \cdot (x-x_2) \dots}{(x_i-x_0) \cdot (x_i-x_1) \cdot (x_i-x_2) \dots} + \sum_{i=0}^n y_i \frac{\dots \cdot (x-x_{i-1}) \cdot (x-x_{i+1}) \dots \cdot (x-x_n)}{\dots \cdot (x_i-x_{i-1}) \cdot (x_i-x_{i+1}) \dots \cdot (x_i-x_n)}. \quad (11)$$

В данной конкретной задаче аппроксимации судовой поверхности учитывается, что кривые, соединяющие точки соседних шпангоутов или ватерлиний, имеют порядок не выше второго. В связи с этим интерполяционная формула Лагранжа используется в виде

$$y(x) = \frac{(x-x_2) \cdot (x-x_3)}{(x_1-x_2) \cdot (x_1-x_3)} y_0 + \frac{(x-x_1) \cdot (x-x_3)}{(x_2-x_1) \cdot (x_2-x_3)} y_1 + \frac{(x-x_1) \cdot (x-x_2)}{(x_3-x_1) \cdot (x_3-x_2)} y_2. \quad (12)$$

Промежуточные шпангоуты носовой оконечности, показанные на рис. 5, получены по массиву аппроксимированных шпангоутов по формуле Лагранжа (11).

Для того, чтобы проверить качество аппроксимации, для модели Тодда построена аксонометрия теоретического чертежа (рис. 6 и 7) в системе Solid Work.

Если ставится задача согласования теоретического чертежа, то это выполняется по верзьерам шпангоутов и ва-

терлиний в программе Excel таким же образом, как это делается на теоретическом чертеже. После согласования массив коэффициентов $a_1, a_2, \dots, a_9$. верзьер шпангоутов и ватерлиний записывается в виде массивов.

Приведенный пример показывает, как можно сделать аппроксимацию всего корпуса до палубы. Однако чаще всего для исследований достаточно аппроксимировать поверхность только до действующей ватерлинии. В таком случае получить уравнения шпангоутов намного проще, потому что формы сечений не имеют перегибов, которые бывают возле палубы.

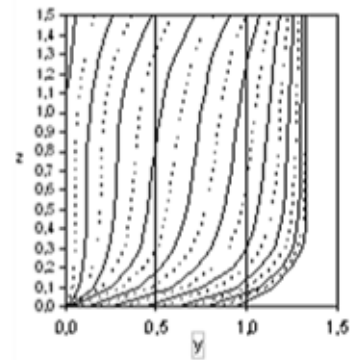


Рис. 5. Основные и промежуточные шпангоуты носовой оконечности

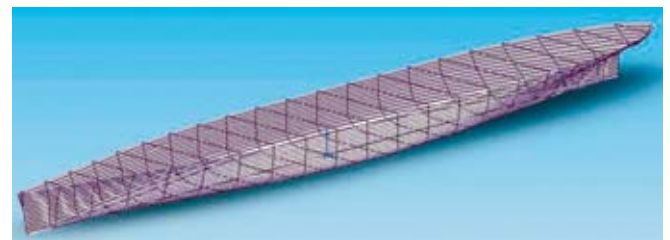


Рис. 6. Аксонометрия по расчетным сечениям ватерлиний и шпангоутов



Рис. 7. Аксонометрия для проверки гладкости (по расчетным сечениям)

На рис. 8 показаны основные, заданные верзьерой ватерлинии, и промежуточные ватерлинии, полученные по интерполяционной формуле Лагранжа. Для промежуточных ватерлиний (показанных пунктирными линиями) также затем получены уравнения верзьеры. Следует заметить, что ватерлинии аппроксимируются корабельной верзьерой с очень высокой точностью.

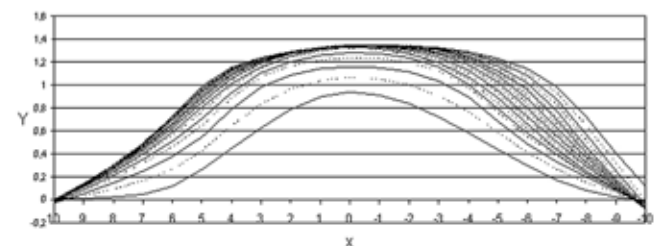


Рис. 8. Основные и промежуточные ватерлинии модели Тодда (для наглядности ширина увеличена в три раза)

Коэффициенты уравнений теоретических шпангоутов, соответствующих рис. 5 носовой оконечности, а также для всех

основных и промежуточных шпангоутов кормы, приведены в табл. 2. для модели Тодда 60-й серии с $\delta = 0.60$. В табл. 3 даны коэффициенты уравнений 10-ти ватерлиний этой же модели до главной ватерлинии с 3-мя промежуточными ватерлиниями. В отличие от табл. 3 на рис. 8 показаны только по одной промежуточной ватерлинии, чтобы не затенять чертеж.

4. ПОЛУЧЕНИЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ (5) ИЛИ (6) В ЯВНОМ ВИДЕ

Для получения решения в явном виде необходимо решить кубическое уравнение (например, (5)). Для этого можно использовать метод Кардано.

Пусть дано уравнение третьего порядка в виде

$$y^3 + r y^2 + s y + t = 0. \quad (13)$$

Корабельная верзiera для ватерлинии получатся в виде $y^3 + y^2(a_1x + a_2) + y(a_3x^2 + a_4x + a_5) + a_6x^3 + a_7x^2 + a_8x + a_9 = 0$. (14)

Сравнивая с уравнением (13), записываем коэффициенты в виде

$$r = a_1x + a_2, s = a_3x^2 + a_4x + a_5, \\ t = a_6x^3 + a_7x^2 + a_8x + a_9. \quad (15)$$

Для решения уравнения (13) его приводят к виду

$$X^3 + pX + q = 0, \quad (16)$$

в котором коэффициенты

$$p = \frac{3s - r^2}{3}, \quad q = \frac{2r^3}{27} - \frac{rs}{3} + t. \quad (17)$$

Дискриминант уравнения (16)

$$D = \left(\frac{p}{3}\right)^3 + \left(\frac{q}{2}\right)^2 \quad (18)$$

Решение получается с помощью введения новых функций

$$u = (-q/2 + \sqrt{D})^{1/3}; \\ v = (-q/2 - \sqrt{D})^{1/3}. \quad (19)$$

Тогда решение уравнения (16) получается в виде

$$X_1 = u + v; \\ X_2 = -\frac{u+v}{2} + \frac{u-v}{2}i\sqrt{3}; \\ X_3 = -\frac{u+v}{2} - \frac{u-v}{2}i\sqrt{3}. \quad (20)$$

Связь с решениями уравнения (13) имеет вид

$$y_k = X_k - (r/3), \quad k = 1, 2, 3. \quad (21)$$

Тогда искоемое решение уравнения (13) примет вид

$$y_1 = u + v - (r/3); \\ y_2 = -\frac{u+v}{2} + \frac{u-v}{2}i\sqrt{3} - (r/3); \\ y_3 = -\frac{u+v}{2} - \frac{u-v}{2}i\sqrt{3} - (r/3). \quad (22)$$

Таким образом, можно получить уравнение любого сечения корпуса судна в явном виде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана специальная кривая – «корабельная верзiera», позволяющая аппроксимировать произвольное сечение теоретического чертежа судна.

Уравнение корабельной верзиеры получается в виде неявного уравнения третьего порядка.

Предложены метод определения коэффициентов уравнения сечения в обычной координатной системе корабля, а также алгоритм записи явного выражения координат любой точки поверхности корпуса судна путем решения кубического уравнения корабельной верзиеры.

Показано, что по интерполяционной формуле Лагранжа легко получить ординаты промежуточных шпангоутов и ватерлиний по уравнениям шпангоутов и ватерлиний. Уравнения промежуточных сечений получаются по расчетным ординатам.

Опыт аппроксимации разных сечений показал также, что аппроксимация ватерлиний по всей длине судна существенно проще, чем аппроксимация шпангоутов.

Приведенное аналитическое описание обводов корпуса судна позволяет получить не только ординаты поверхности корпуса с высокой точностью (до третьего знака после запятой), но и рассчитать производные любого порядка для каждой точки поверхности в любом заданном направлении, что представляет интерес для гидродинамических и других исследований. Формулы для определения производных $y', y'', \dots, y^{(n)}$ не приводятся, так как они хорошо известны и могут быть легко получены в случае необходимости.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Коэффициенты уравнений шпангоутов модели Тодда ($\delta = 0,6$)									
Коэфф.	a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9
Шп. 0	-0,12968	0,119468	0,00169495	-0,00092	-0,00108	1,4E-07	-2,2E-07	8E-08	-1E-08
Шп. 1	-0,18133	-0,31298	0,003485	0,04788	0,016105	0,002811	-0,00632	0,001021	-0,00016
Шп. 2	-0,64038	-0,35943	0,137015	0,150739	0,031223	-0,00608	-0,02461	-0,00148	-0,00053
Шп. 3	-1,58063	-0,52629	0,662423	0,591612	0,05626	-0,06028	-0,18782	-0,00281	-0,00161
Шп. 4	-0,602	-0,89247	0,490756	-0,46909	0,119642	0,007448	-0,31215	0,61615	-0,0029
Шп. 5	-1,66371	-1,50968	0,811333	1,62618	0,664828	-0,07056	-0,55995	-0,22212	-0,08835
Шп. 6	2,220859	-1,09495	1,368623	-6,87621	0,0924	-0,299	-0,77383	4,23616	0,087589
Шп. 7	-0,14516	-2,33662	1,05388069	-1,16659	1,689327	-0,05139	-1,17819	1,571633	-0,38713
Шп. 8	0,114916	-2,52036	1,335	-2,16953	1,920781	-0,013	-1,71198	2,618316	-0,43719
Шп. 9	-0,44511	-2,72029	2,101836	-0,79324	2,26683	0,007378	-2,82797	1,877166	-0,56656
Шп. 10	-1,82796	-2,2144	-0,051742	1,301696	1,071673	0,022965	-0,00467	1,586231	0,115421
Шп. 11	0,682055	-3,16913	-0,669062	-2,35007	3,284013	-0,00346	0,896808	1,923502	-1,11765
Шп. 12	-0,36301	-2,78869	1,140196	-0,68189	2,408731	0,017511	-1,58136	1,623186	-0,64901
Шп. 13	7,423285	-2,04278	-7,363021	-15,3484	2,167593	-0,43297	11,41323	5,350143	-0,88103
Шп. 14	0,316102	-2,06344	0,245055	-1,86909	1,327366	-0,05806	-0,07016	1,542428	-0,27037
Шп. 15	0,19557	-1,44243	-0,1003	-2,04517	0,595883	-0,10989	0,714772	1,394979	-0,06844
Шп. 16	-1,5178	-0,1963	1,1486	-0,7509	-0,2622	-0,3838	0,3828	0,5266	0,0685
Шп. 17	-0,72844	0,625414	-0,277894	-1,41583	-0,45797	0,220003	0,628545	0,386093	0,056119
Шп. 18	-0,09401	-1,70434	-0,607729	1,35914	0,340899	0,147728	-0,1781	-0,17979	-0,01483
Шп. 19	-1,06137	0,009728	0,357316	-0,01031	0,027274	-0,06554	0,038162	-0,01582	-0,00057
Шп. 20	-1,3769	0,746444	0,259056	0,12221	-0,35744	0,000294	-0,00037	0,000114	-6E-06

В приложениях 1 и 2 приведены коэффициенты уравнений теоретических шпангоутов и 42 ватерлиний модели Тодда 60-й серии с $\delta = 0,60$.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Kerwin J.E.* Polynomial Surface Representation of Arbitrary Ship Forms // J. Ship Research. – 1960. – Vol. 4. – № 1. – P. 12–21.
2. *Kerczek C. von, Tuck E.O.* The Representation of Ship Hulls by Conformal Mapping Functions // J. of Ship Research. – 1969. – Vol. 13. – № 4. – P.284–298.
3. *Готман А.И.* Проектирование обводов судов с развешивающейся обшивкой. – Л.: Судостроение. – 1979. – 192 с. ■

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Коэффициенты уравнений ватерлиний модели Тодда ($\delta = 0,6$)									
Коэфф.	a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9
Вл. 0	0,068226	-3,46891	-0,05993	-0,06053	2,112313	0,000225	-0,00237	-0,01911	0,242921
Вл. 0,25	0,00134	-2,88177	-0,0025	-0,0195	3,708137	-0,00041	0,022933	0,032192	-2,16601
Вл. 0,5	-0,01147	-1,60246	0,014472	-0,0026	1,296198	-0,00026	0,008091	0,023954	-0,76268
Вл. 0,75	0,000405	-2,11177	0,004451	-0,01928	1,91572	-0,00029	0,009533	0,02715	-0,89472
Вл. 1	0,005563	-2,45113	-0,00074	-0,0298	2,443256	-0,00035	0,011717	0,032595	-1,09712
Вл. 1,25	0,008894	-2,71081	-0,00421	-0,0387	2,915407	-0,00043	0,014159	0,039121	-1,32346
Вл. 1,5	0,010984	-2,90238	-0,00648	-0,04564	3,314802	-0,00051	0,016607	0,045445	-1,54993
Вл. 1,75	0,011745	-3,03271	-0,00776	-0,04884	3,61936	-0,00056	0,018684	0,049146	-1,7459
Вл. 2	0,013655	-3,07287	-0,00723	-0,05514	3,826652	-0,00066	0,021074	0,056314	-1,96069
Вл. 2,25	0,007888	-3,05899	-0,00637	-0,03871	3,86656	-0,00053	0,021815	0,044605	-2,05142
Вл. 2,5	0,00134	-2,88177	-0,0025	-0,0195	3,708137	-0,00041	0,022933	0,032192	-2,16601
Вл. 2,75	-0,00232	-2,83933	-0,00195	-0,01549	3,700452	-0,00042	0,023731	0,032584	-2,24067
Вл. 3	-0,00606	-2,88381	-0,00351	-0,0166	3,78855	-0,0005	0,02424	0,038408	-2,28198
Вл. 3,25	-0,01124	-2,73502	-0,00114	0,002401	3,557821	-0,00032	0,023668	0,022844	-2,24764
Вл. 3,5	-0,0142	-2,47675	0,003253	0,0252	3,141835	-5,6E-05	0,022483	0,000497	-2,16511
Вл. 3,75	-0,00819	-2,739	-0,00191	0,002159	3,592124	-0,00028	0,02408	0,021482	-2,30046
Вл. 4	0,002087	-3,28421	-0,01168	-0,0529	4,631721	-0,00091	0,028926	0,077477	-2,71179
Вл. 4,25	0,002655	-3,38727	-0,01379	-0,06246	4,862935	-0,00105	0,030329	0,090315	-2,83779
Вл. 4,5	-0,00019	-3,31493	-0,01299	-0,0508	4,721095	-0,00093	0,029573	0,080541	-2,77973
Вл. 4,75	-0,00081	-3,343	-0,01389	-0,05385	4,793916	-0,001	0,030075	0,086744	-2,82723
Вл. 5	-0,00171	-3,35837	-0,01465	-0,05716	4,843753	-0,00108	0,030503	0,093879	-2,8659
Вл. 5,25	-0,00429	-3,32817	-0,0145	-0,04891	4,778131	-0,00101	0,03001	0,087785	-2,83162
Вл. 5,5	-0,01116	-3,24489	-0,01344	-0,03409	4,590768	-0,00084	0,028723	0,073531	-2,72933
Вл. 5,75	-0,01116	-3,27003	-0,01425	-0,02945	4,664162	-0,00085	0,029273	0,074206	-2,78043
Вл. 6	-0,0163	-3,31606	-0,01554	-0,02604	4,804783	-0,00092	0,030473	0,079128	-2,88322
Вл. 6,25	-0,01641	-3,28009	-0,01533	-0,02648	4,744472	-0,00092	0,030211	0,080861	-2,86716
Вл. 6,5	-0,01361	-3,16462	-0,01384	-0,02847	4,505426	-0,00089	0,028855	0,080088	-2,75659
Вл. 6,75	-0,01673	-3,16853	-0,01442	-0,0276	4,563862	-0,00095	0,029705	0,085609	-2,83006
Вл. 7	-0,02338	-3,23035	-0,01604	-0,02419	4,774639	-0,00106	0,03176	0,093954	-3,00427
Вл. 7,25	-0,02523	-3,16826	-0,01573	-0,02463	4,692752	-0,00112	0,031863	0,099472	-3,0078
Вл. 7,5	-0,02474	-3,01734	-0,01409	-0,02572	4,406422	-0,00114	0,030694	0,101983	-2,89659
Вл. 7,75	-0,02828	-2,9715	-0,01333	-0,00731	4,263932	-0,00092	0,029399	0,082147	-2,78718
Вл. 8	-0,03284	-2,96737	-0,01275	0,01936	4,1719	-0,00058	0,027929	0,051519	-2,6695
Вл. 8,25	-0,0376	-3,06289	-0,01434	0,023762	4,391737	-0,0006	0,029097	0,053229	-2,79075
Вл. 8,5	-0,04424	-3,21783	-0,01718	0,020415	4,798878	-0,00076	0,031809	0,06962	-3,05603
Вл. 8,75	-0,0512	-3,36599	-0,01982	0,019688	5,186586	-0,00088	0,034286	0,082709	-3,30729
Вл. 9	-0,05844	-3,47976	-0,02203	0,019948	5,512779	-0,001	0,036498	0,095316	-3,53812
Вл. 9,25	-0,06689	-3,58652	-0,02423	0,01632	5,855896	-0,00119	0,038949	0,116658	-3,80506
Вл. 9,5	-0,07501	-3,59688	-0,02512	0,013316	5,997455	-0,00139	0,040307	0,13779	-3,97645
Вл. 9,75	-0,06335	-3,38839	-0,02087	0,013221	5,385503	-0,00109	0,034883	0,116331	-3,53296
Вл. 10	-0,0406	-3,0494	-0,01387	0,012245	4,356058	-0,0006	0,026133	0,075246	-2,76579

В последние 20 лет прошлого столетия был засвидетельствован быстрый рост проектно-исследовательских работ по быстроходным водным транспортным средствам различных типов и назначения, в том числе по скоростным пассажирским судам [1]. В настоящее время во многих странах мира, в том числе в Союзе Мьянма, возрастает роль водного транспорта, который имеет ряд неоспоримых преимуществ перед другими видами транспорта. Увеличение скорости хода является одной из целевых установок при проектировании скоростных судов. Существуют разные пути повышения скорости хода судна, в том числе использование вспомогательных элементов и устройств, изменяющих дифферент судна на ходу.

Для Союза Мьянма – страны в Юго-Восточной Азии – создание скоростных судов различного назначения играет важную роль, поскольку здесь много рек и достаточно большая протяженность прибрежной морской полосы. Для повышения конкурентоспособности морского и речного транспорта по сравнению с другими видами транспорта повышение скорости движения судов представляется перспективным направлением их совершенствования.

У берегов Мьянмы в Андаманском море расположен архипелаг Мергуй, состоящий из более чем 800 островов, привлекающий туристов из многих стран мира.

В настоящее время многие государственные и частные компании используют в районе архипелага Мергуй суда, в основном нескоростные. Представляет практический интерес оценка целесообразности повышения скоростей туристских судов в целях сокращения времени перевозки туристов на острова при одновременном увеличении времени их пребывания здесь. Скоростные разьездные суда можно использовать для контроля за водными перевозками и обеспечения безопасности туристских судов. Для решения этого вопроса разработана математическая модель обоснования основных проектных элементов разьездного скоростного катера. При этом использованы следующие данные проектируемого судна: скорость проектируемого судна, пассажироместимость и численность экипажа, автономность и дальность плавания.

На рис. 1 приведена структурная схема оптимизации проектирования разьездного скоростного судна, которое, в частности, должно обеспечивать безопасность эксплуатации туристских судов. Для этого в схему был включен расчет вероятности сближения вплотную с целью – другим судном. Этот расчет позволяет определить вероятность

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТУРИСТСКИХ И РАЗЪЕЗДНЫХ СКОРОСТНЫХ СУДОВ СОЮЗА МЬЯНМА

Йе Тем Тхун, аспирант, СПбГМУ
контакт. тел. (962) 720-83-36

обнаружения объекта к заданному сроку, вероятность неуклонения объекта, вероятность выхода объекта из полосы поиска, вероятность прорыва его через эту полосу, а также вероятность контакта с объектом и приближения к нему [2].

Для того чтобы рассчитать вероятность сближения вплотную, необходимо узнать возможно или нет сближение вплотную с целью, что возможность сближения вплотную зависит от скоростей хода разьездного и преследуемого судов и их курсовых углов. При скорости хода разьездного судна V_M большей, чем скорость преследуемого судна (цели) $V_{ц}$, сближение вплотную всегда возможно. При $V_M \geq V_{ц}$ различают два случая:

- если курсовой угол преследуемого судна $q_{ц} \geq 90^\circ$, то сближение вплотную невозможно;
- если курсовой угол преследуемого судна $q_{ц} < 90^\circ$, сближение вплотную возможно, когда курсовой угол целевого

судна $q_{ц}$ меньше, чем критический курсовой угол Q_c .

На рис. 2 показан алгоритм возможности сближения вплотную с целью при различных случаях.

В настоящее время пути улучшения гидродинамического комплекса скоростных судов, основанные только на выборе оптимальных форм обводов для заданной скорости хода, считают в значительной степени исчерпанными. Дальнейшее совершенствование ходовых и мореходных качеств связано с применением средств управления гидродинамическими характеристиками несущих поверхностей, т.е. снижением сопротивления движению судна, движущегося с произвольной скоростью за счет изменения посадки и стабилизации судна на волнении. Для этого используют вспомогательные элементы обводов и устройства, способствующие повышению ходкости и мореходных качеств скоростных судов.

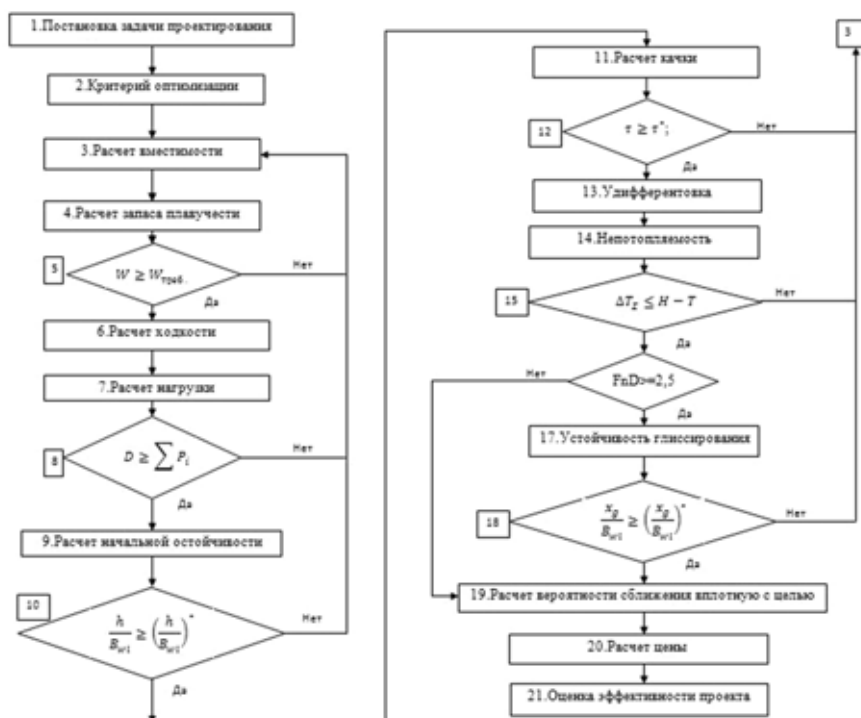


Рис. 1. Структурная схема оптимизационной задачи



Рис. 2. **Возможность сближения вплотную с целью при различных случаях**

Вспомогательные элементы обводов применяют для изменения величин подъемной силы и сопротивления движению с изменением положения корпуса относительно поверхности воды.

Специальные устройства позволяют за счет изменения своего состояния изменять характер образования подъемной силы. Принципиальным преимуществом специальных устройств перед вспомогательными элементами обводов является определенная степень их управляемости, а недостатками – большая сложность и меньшая надежность и т. д.

Многие специалисты занимаются проблемами использования вспомогательных элементов на скоростных судах. Их успешное решение оказалось возможным благодаря использованию транцевых плит и других дифференциальных устройств, которые выполняют функции органов управления посадкой. Оптимальная посадка скоростного судна на ходу обеспечивает снижение полного сопротивления движению. Между изменением сопротивления воды движению и посадкой судна существует тесная связь, особенно отчетливо проявляющаяся в условиях мелкой воды [3].

Транцевые плиты используются на малых скоростных судах [4]. Для выбора основных характеристик транцевой плиты и ее расположения на скоростных судах обычно проводят испытания моделей в опытовом бассейне. Такие исследования для патрульных катеров были проведены в Малайзии [5]. На рис. 3 показана схема установки транцевой плиты, которая была использована как механизм снижения сопротивления малого скоростного судна. Систематические испытания модели судна в опытовом бассейне с вариацией размеров и угла установки транцевой плиты позволили выбрать оптимальный вариант, обеспечивший снижение сопротивления воды движению [5].

Эффект от использования транцевых плит и других дифференциальных устройств исследовался рядом авторов не только теоретическим путем, но и экспериментально и доказали, что эти

устройства повышают эффективность скоростных судов [6–10].

На основании анализа опубликованных материалов можно сделать вывод о целесообразности практического применения транцевых плит и других дифференциальных механизмов на скоростных



Рис. 3. **Схема установки транцевой плиты в кормовой оконечности скоростного судна**

судах, поскольку это обеспечивает оптимальную посадку судов на ходу, приводит к снижению полного сопротивления и экономии расхода топлива. На начальных стадиях проектирования, по данным выполненного статистического анализа, можно ориентироваться на снижение полного сопротивления до 8 – 10% и экономии расхода топлива до 10%.

При разработке математической модели проектирования туристских и развездных скоростных судов Союза Мьянма на начальной стадии были использованы результаты модельных испытаний авторов работы [10], в которой исследованы различные дифференциальные механизмы на моделях скоростных судов в опытовых бассейнах Тайваньского университета и Гамбургского бассейна Германии. В качестве примера использования математической модели автоматизированного проектирования скоростного развездного судна на начальных стадиях получены следующие основные характеристики: длина по ВЛ – 20 м, ширина по ВЛ – 5,1 м, осадка – 1,4 м, водоизмещение – 89 т.

На рис. 4 показаны зависимости достижимой скорости хода судна без дифференциального механизма и с этим механизмом от мощности энергетической установки (ЭУ). Результаты показывают, что использование дифференциального механизма с оптимальными характеристиками может обеспечить снижение мощности ЭУ на 3–5%.

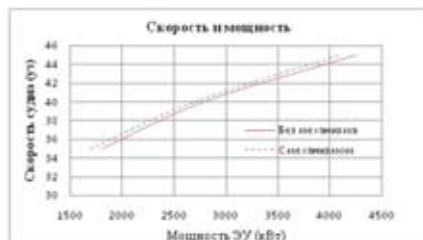


Рис. 4. **Зависимость скорости скоростного судна от мощности ЭУ**

Созданный программно-методический комплекс для обоснования основных элементов туристских и развездных скоростных судов для Союза Мьянма на начальных стадиях проектирования позволяет проектировать оптимальные варианты судов, используемые для развития туризма в стране, при обеспечении безопасности эксплуатации морского и речного флота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ляховицкий А.Г., Йин Тхун. Скоростные пассажирские суда: проектные характеристики и тенденции развития // Морской вестник. 2008. – № 2(26). – С. 19–22.
2. Абчук В.А., Матвейчук Ф.А., Томашевский Л.П. Справочник по исследованию операций / Под общ. ред. Ф.А. Матвейчука – М.: Воениздат, 1979. – 368с.
3. Басин А.М., Веледницкий И.О., Ляховицкий А.Г. Гидродинамика судов на мелководье. – Л.: Судостроение, 1976, 320 с.
4. Мордвинов Б.Г. Справочник по малотоннажному судостроению. – Л.: Судостроение, 1987. – 576 с.
5. Yaakob O., Shamsuddin S. and King K.K. Stern flap for resistance reduction of planning hull craft: A case study with a fast crew boat model // J. Teknologi, 2004, 41(A) Dis.
6. Cave L.W. III and Cusanelli D.S. Effect of stern flaps on powering performance of the FFG-7 class. Technical report of Design Evaluation Branch, Hydromechanics Directorate, David Taylor Model Basin, Carderock Division Naval Surface Warfare Center, Bethesda, MD USA.
7. Salas M., Rosas J. and Luco R. Hydrodynamic analysis of the performance of stern flaps in a semi-displacement hull. – Latin America Applied Research, 2004.
8. Cusanelli D.S. and Barry C.D. Stern flap performance on 110ft patrol boat. Hydromechanics Directorate Report. David Taylor Model Basin, 2002.
9. Steen S. Experimental Investigation of interceptor performance. Ninth international conference on fast sea transportation. – FAST2007, Shanghai, China, Sept. 2007.
10. Tsai J. F., Hwang J. L., Chou S. K. Study on the compound effects of interceptor with stern flap for two fast monohulls with transom stern. Seventh international conference on fast sea transportation. – FAST2003, Ischia, Italy, Oct. 2003. ■

Рецензенты:

А.И. Тайкович, д-р техн. наук, проф.,
А.Г. Ляховицкий, д-р техн. наук, проф.

Скоростные катамараны (СК) в последние годы находят все большее применение когда наряду с высокой скоростью требуется большая площадь палубы, прежде всего в качестве пассажирских и автомобильно-пассажирских паромов [1]. В Российской Федерации были построены не только пассажирские катамараны, но и суда экологического контроля, обеспечивающие мониторинг окружающей среды [2].

При проектировании СК различного назначения учитываются их конструктивные особенности, т.е. наличие двух корпусов в подводной части, объединенных одной общей платформой в надводной части судна. Такая конструкция судна открывает дополнительные возможности при проектировании.

НЕОБХОДИМОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СКОРОСТНЫХ КАТАМАРАНОВ ДЛЯ СОЮЗА МЬЯНМА

Водный транспорт – один из ведущих видов в Союзе Мьянма. Прибрежное судоходство обеспечивает потребности как в пассажирских, так и в грузовых перевозках. В последние годы возрастает роль туристических перевозок, что требует повышенного внимания, в том числе к качественному состоянию флота.

С 2006 по 2007 г. более 1.3 млн. пассажиров было перевезено вдоль побережья Союза Мьянма, имеющего протяженность около 1900 км (рис. 1). С каждым годом пассажиропо-ток возрастает.

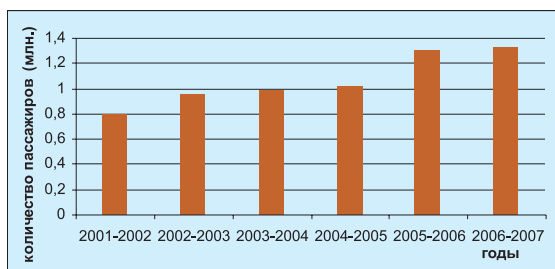


Рис. 1. Количество пассажиров, курсирующих вдоль побережья страны

Судоходная компания, осуществляющая водные прибрежные перевозки, подтверждает, что имеющийся на этих линиях флот не может обеспечить потребности в перевозке пассажиров, и в ближайшее время возникнет необходимость в его пополнении [4]. Проблема состоит в том, что весь флот фирмы тихоходный. Он не в состоянии обеспечить потребность в повышении скорости пассажирских перевозок. Решением этой проблемы может быть постройка и введение в эксплуатацию скоростных пассажирских катамаранов.

Географическое положение Союз Мьянма таково, что половина государственной границы страны омывается морями и океанами. Бенгальский залив (северо-восточная часть Индийского океана) омывает западную часть прибрежного района страны, а с юга расположено Андаманское море (рис. 2). Велика вероятность возникновения тропических циклонов в Бенгальском заливе и Андаманском море и ураганов со скоростью ветра более 120 км/ч [5]. Прибрежные районы страны считаются опасными, и обеспечение безопасности здесь – также одна из главных задач для страны. 2 мая 2008 г. на Мьянму обрушился циклон «Наргис». По данным ООН, серьезно пострадало 1,5 млн. человек, 90 тыс. человек погибли, еще 56 тыс. пропали без вести. После урагана «Наргис» примерно 1000 человек погибли из-за того, что страна вовремя не смогла начать поисково-спасательные работы в прибрежных районах из-за отсутствия специализированного спасательного флота. Вопрос безопасности и проведения спасательных работ в прибрежных

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКОРОСТНЫХ КАТАМАРАНОВ ДЛЯ СОЮЗА МЬЯНМА

А. Г. Ляховицкий, д-р техн. наук., проф.,
Пью Зо Хейн, аспирант, СПбГМТУ,
контакт. тел. +7 950 0239602, (812) 7145718

районах стали актуальными. Одним из решений его является создание эффективного спасательного флота для страны.

Еще одна серьезная проблема для прибрежных районов Союза Мьянма – судовые пожары. В Мьянме минимум раз в год происходит пожар на судне, в результате которого наносится значительный ущерб прибрежным районам страны. [4]. В настоящее время в стране нет ни одного спасательного судна для борьбы с пожарами. Поэтому необходим спасательный флот.

Постройка пожарного судна для Союза Мьянма необходима не только с целью тушения пожара на терпящем бедствие судне, но и для предупреждения возникновения пожара на буровых установках, а также в портах. В стране – много нефтяных и газовых месторождений в прибрежном шельфе страны. В прибрежных районах расположены три главных комплекса буровых установок и 25 блоков газодобычи. Пожары на буровых установках составляют 15% общего количества морских пожаров, т.е. пожарная безопасность на буровых установках – также актуальная проблема для страны. На рис. 2 показаны линии прибрежных районов и области спасательного сценария для Союза Мьянма. Таким образом, необходимы суда – пассажирские и спасательные с функцией пожаротушения. В связи с этим целесообразно проектирование скоростных катамаранов с унифицированными конструктивными модулями, т.е. постройка скоростных катамаранов на основе базисного корпуса и единого двигательного комплекса. Назначение судна будет изменяться за счет установки разных функциональных модулей (пассажирских, грузовых, спасательных, пожарных, патрульных и др.).



Рис. 2. Линии судоходства и области проведения спасательных операций

Эти суда должны иметь высокую скорость хода, что позволит повысить скорости пассажирских перевозок вдоль

побережья, а также экономическую эффективность спасательных, особенно пожарных судов. Расчеты, выполненные с помощью разработанной математической модели пожара, показали, что в зависимости от скорости спасательного судна v_s и расстояния R до судна, терпящего бедствие, ущерб от пожара U судна, терпящего бедствие, значительно меняется, и это влияет на экономическую эффективность проектируемого судна-спасателя. Из рис. 3 видно, что скорость спасательного катамарана является доминирующим параметром для проектанта в данном случае при среднем расчетном расстоянии между судном-спасателем и аварийным судном.

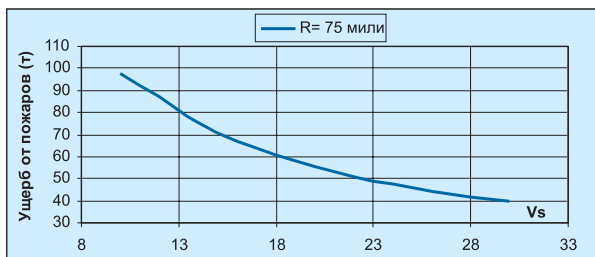


Рис. 3. Влияние скорости v_s судна-спасателя на ущерб от пожара

ОСОБЕННОСТИ МОДУЛЬНЫХ ПОДХОДОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СКОРОСТНОГО КАТАМАРАНА

Модульный подход – составная часть стандартизации в судостроении, который предполагает наличие повторяющихся фрагментов в конструкции, оборудовании или в размерах и форме составных частей судна. Модульность может распространяться на перевозимые судном грузовые единицы, повторяющиеся проектировочные ситуации, а также на типовые разделы проектирования, выполняемые в нескольких приближениях или вариантах [6]. Развивая идеи, заложенные в уже реализованные модульные варианты, можно планировать в случае достаточной простоты и технологичности конструктивных решений размерное модулирование характеристик и секционной компоновки самого базисного корпуса судна, предназначенного для обслуживания пассажирских перевозок и спасательных работ с сезонными или региональными колебаниями интенсивности. Это позволяет экономить топливо при сохранении той же численности экипажей используемых судов.

Повторяющиеся конструктивные модули более перспективны при проектировании многокорпусных судов, в том числе катамаранов. Двухкорпусные суда появились в связи с необходимостью достижения судами более высоких скоростей за счет предельно обуженных корпусов в подводной части. Катамараны имеют более высокий уровень унификации. По сравнению с обычными судами возрастает доля повторяющихся конструкций, а соединительные мосты и надстройки могут иметь упрощенные формы и конструкции, позволяющие применять модуль-панели и модуль-секции [6]. В зависимости от желания проектанта модули катамаранов могут быть разного состава. Можно использовать три, четыре, пять или более модулей при проектировании катамаранов (рис. 4).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СКОРОСТНОГО КАТАМАРАНА

Проектирование многофункционального СК со сменными функциональными модулями на ранних стадиях осуществляется так же, как и проектирование обычного судна. Особое внимание уделяется расчетам вместимости и нагрузки главного функционального модуля (ГФМ). Методика проектирования многофункционального катамарана базируется на использовании базисного корпуса и единого двигательно-двигательного комплекса. Поэтому желательно, чтобы соответствующие модули были одинаковыми по размеру и по массе. ГФМ спаса-

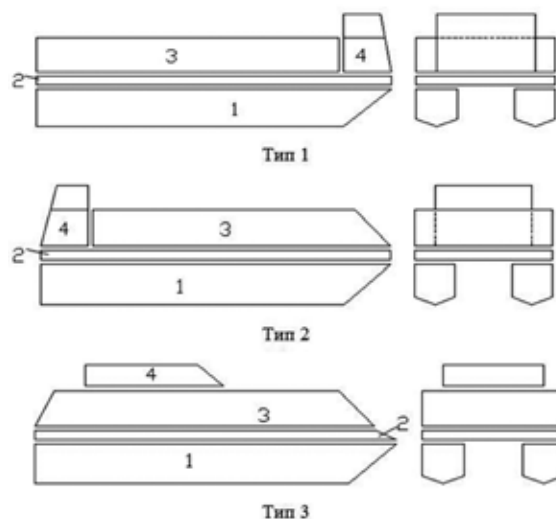


Рис. 4. Возможные типы модулей катамарана
1 – модуль бокового корпуса; 2 – модуль соединительного моста; 3 – главный функциональный модуль; 4 – модуль управления

тельного и пассажирского катамарана отличаются друг от друга, хотя основные расчеты массы ГФМ катамарана, такие как масса конструкции модуля и надстройки, неметаллических частей, окраски и изоляции, неизменны. Для расчета массы ГФМ судна-спасателя добавляются массы рабочих, специальных систем и оборудования, используемые для спасательного катамарана, такие как: противопожарный комплекс, водоотливная система, поисково-спасательный вертолет и т.д. Для расчета массы ГФМ пассажирского СК рассчитывают массы перевозимых пассажиров и оборудования.

Остальные расчеты – сопротивления, качки, а также выбор ЭУ судна решаются одинаковыми способами. А вот расчеты экономических показателей судов различаются. Строительная

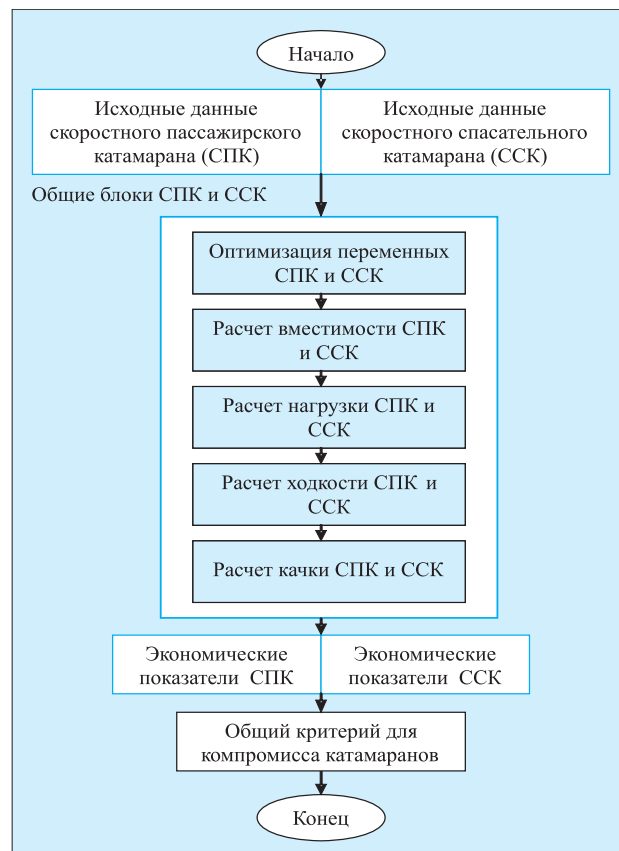


Рис. 5. Структурная схема проектирования СК при модульном подходе

стоимость судов рассчитывается с помощью существующих нормативов и методов. Эксплуатационные затраты зависят от использования конкретного судна. Принципиальный алгоритм расчетов основных характеристик скоростного многофункционального катамарана представлен на рис. 5.

КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАССАЖИРСКОГО И СПАСАТЕЛЬНОГО КАТАМАРАНОВ

В качестве критерия эффективности для пассажирского катамарана Z_{Π} можно использовать годовую прибыль от его эксплуатации или величину приведенных затрат:

$$\max Z_{\Pi} = D - P_{\text{пер}} - P_{\text{пост}}, \quad (1)$$

$$\min Z_{\Pi} = EK + (P_{\text{пер}} + P_{\text{пост}}), \quad (2)$$

где D – доход от эксплуатации судна, долл.; $P_{\text{пер}}$ – переменные расходы, включающие затраты на топливо и масло за навигационный период, а также плату за вход в порт, долл.; $P_{\text{пост}}$ – постоянные расходы, включающие годовые затраты на страхование, ремонты, экипаж и т.д., долл.; K – строительная стоимость судна, долл., E – нормативный коэффициент.

Для определения экономических показателей спасательного катамарана необходимо было реализовать сценарий спасательной операции. Сценарий спасательной операции представляет собой совокупность «стандартных» ситуаций поведения системы и условий перехода от одной ситуации к другой. Каждый эпизод может быть представлен в виде совокупности более мелких событий. Таким образом, сценарий функционирования системы представляет собой иерархическую структуру, которая математически описывается графом, узлы которого суть события жизненного цикла системы, а дуги – условия перехода от одного события к другому. На рис. 6. представлен возможный граф сценария спасательной операции.

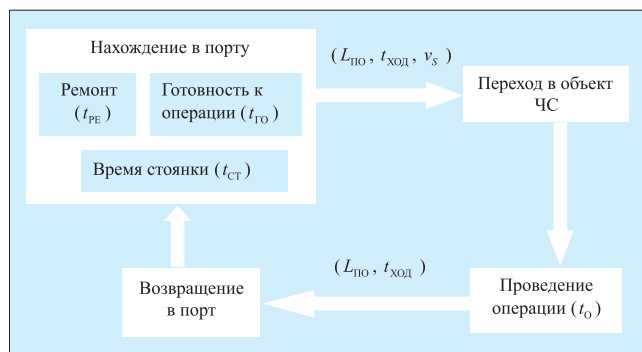


Рис. 6. Граф сценария спасательной операции

Критерии эффективности спасательного катамарана могут быть разными. Одним из возможных критериев эффективности для спасательного катамарана является рандомизированный критерий. Рандомизированные критерии применяются, когда один или несколько факторов считаются случайными величинами [7]. В этом случае и сам критерий может рассматриваться как вероятность реализации системой своих качеств при некоторых условиях.

Рандомизированный критерий эффективности Z_c спасательного катамарана может иметь следующий вид:

$$\max Z_c = (P_{\text{рт}} \cdot P_{\text{мс}} \cdot P_{\text{со}} \cdot P_{\text{сс}} \cdot P_{\text{ск}}), \quad (3)$$

где $P_{\text{рт}}$ – вероятность того, что спасательное судно будет находиться в рабочей готовности в любой момент между плановыми ремонтами, $P_{\text{мс}}$ – вероятность того, что судно достигнет объекта спасения в назначенный срок в рабочем состоянии, $P_{\text{со}}$ – вероятность успешного осуществления спасательных операций на территории объекта, $P_{\text{сс}}$ – вероятность реализации спасательных работ на спасательном судне и последующего размещения эвакуированных, $P_{\text{ск}}$ – вероятность нахождения систем самого судна и его спасательного оборудования в исправном и укомплектованном состоянии.

При этом каждая из указанных выше вероятностей скла-

дывается из вероятностей осуществления многочисленных этапов сценария спасательной операции, перечень которых зависит от конкретных ситуаций.

Так,

$$P_{\text{рт}} = \prod_{i=1}^n (P_{\text{рт}})_i, \quad (4)$$

где $(P_{\text{рт}})_i$ – вероятность нахождения i -й подсистемы судна в рабочей готовности. В данной работе рассматриваются три подсистемы в рабочей готовности:

- вероятность безотказной работы спасательного оборудования;
- вероятность безотказной работы систем самого спасательного судна;
- вероятность осуществления полного объема работ членами экипажа.

$$P_{\text{мс}} = \prod_{i=1}^n (P_{\text{мс}})_i, \quad (5)$$

где $(P_{\text{мс}})_i$ – вероятность реализации i -го фактора, влияющего на эксплуатацию судна при прохождении им пути до объекта спасения:

- вероятность вмешательства метеосудов;
- вероятность возникновения аварийных ситуаций (повреждение плавающими объектами).

$$P_{\text{со}} = \prod_{i=1}^n (P_{\text{со}})_i, \quad (6)$$

где $(P_{\text{со}})_i$ – вероятность успешного осуществления i -го этапа спасательной операции:

- вероятность эффективного использования системы пожаротушения;
- вероятность эффективного использования системы откачки воды;
- вероятность успешной эвакуации людей с места происшествия на судно.

$$P_{\text{сс}} = \prod_{i=1}^n (P_{\text{сс}})_i, \quad (7)$$

где $(P_{\text{сс}})_i$ – вероятность эффективного осуществления i -го этапа спасательной операции на судне:

- вероятность реализации работ по оказанию первой медицинской помощи;
- вероятность успешной доставки пострадавших в места размещения и лечения.

$$P_{\text{ск}} = \prod_{i=1}^n (P_{\text{ск}})_i, \quad (8)$$

где $(P_{\text{ск}})_i$ – вероятность нахождения i -й подсистемы судна в укомплектованном и исправном состоянии после завершения спасательной операции:

- вероятность сохранения систем самого судна;
- вероятность того, что спасательное оборудование будет находиться в исправном или подлежащем докомплектации состоянии;
- вероятность того, что экипаж после выполнения спасательной операции будет находиться в исходном составе.

Спасательный катамаран предназначен не только для выполнения спасательных работ, но и для тушения пожара на судне терпящем бедствие. Поэтому критерий эффективности спасательного катамарана можно построить в зависимости от пожарной операции. Такой критерий Z_c для спасательного катамарана будет следующим:

$$\min Z_c = U + (EK + C), \quad (9)$$

где U – ущерб от пожаров в течение года, долл.; $EK + C$ – приведенные затраты, долл.; C – текущие затраты (годовые эксплуатационные затраты), долл.; K – строительная стоимость судна, долл.; E – нормативный коэффициент.

$$U = \sum_i (C_i) * n_{\text{пожаров}}, \quad (10)$$

где C_i – цена сгоревших материалов, долл.; $n_{\text{пожаров}}$ – число условных пожаров в году.

$$C_i = \sum_i (q_i \times Q_i \times \Pi_i \times K_i), \quad (11)$$

где i – количество сгоревших помещений; q_i – норматив цены 1 кг сгоревшей массы каждого помещения, долл./кг; Q_i – масса сгоревших материалов каждого помещения (кг); Π_i – про-

цент выгорания каждого помещения (если выгорело полное помещение, то $P_i=1$); K_i – коэффициент, учитывающий ремонт и восстановление данного помещения. Цена сгоревших материалов определяется в зависимости от горевшего помещения. Цена помещений q_i – рассматривается как среднее значение для сгоревшего помещения в зависимости от типа помещения. Коэффициент, учитывающий ремонт и восстановление данного помещения, определяется также в зависимости от типа помещения и сложности работы.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОВЕРКИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРЕДЛАГАЕМОЙ МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Особенностью предлагаемой методики проектирования скоростных катамаранов является модульный поход с использованием сменных функциональных модулей на основе базисного корпуса и единого двигательного-движительного комплекса. На первой стадии проектирования для расчетов компромисса основных характеристик проектируемых судов и экономических показателей использован следующий общий критерий:

$$Z_0 = \lambda Z_{\Pi} + (1 - \lambda) Z_{\Sigma}, \quad (12)$$

где Z_{Π} – критерий эффективности пассажирского катамарана; Z_{Σ} – критерий эффективности спасательного катамарана; λ – весовой коэффициент, который изменяется в диапазоне 0.1 – 1.0.

В результате анализа получено, что предлагаемая методика проектирования скоростных катамаранов с функциональными модулями позволяет значительно экономить не только на стоимости постройки судов, но и на эффективности их эксплуатации. В качестве примера для сравнительных расчетов использованы следующие приблизительные экономические параметры, полученные от реализации программного комплекса оптимизации (Таб. 1). Для анализа расчетов рассмотрены критерии эффективности проектируемых катамаранов, связанные с приведенными затратами.

Таблица 1

Некоторые приблизительные экономические параметры

Параметры	Пассажирский катамаран	Спасательный катамаран
Стоимость постройки судна, млн. долл.	3.16	3.32
Стоимость постройки ГФМ, млн. долл.	0.74	1.04
Стоимость постройки остальных постоянных моделей без ГФМ, млн. долл.	2.42	2.42
Оптимальный критерий, млн. долл.	1.38	1.88

Для сравнительного анализа сначала были рассчитаны стоимости серийной постройки скоростных катамаранов (2 пассажирских и 2 спасательных катамарана без учета модульности). После этого был рассчитан второй вариант с использованием модульного подхода (2 ГФМ пассажирского и 2 ГФМ спасательного катамарана с двумя базовыми постоянными модулями для каждого). Результаты анализа представлены на рис. 7.

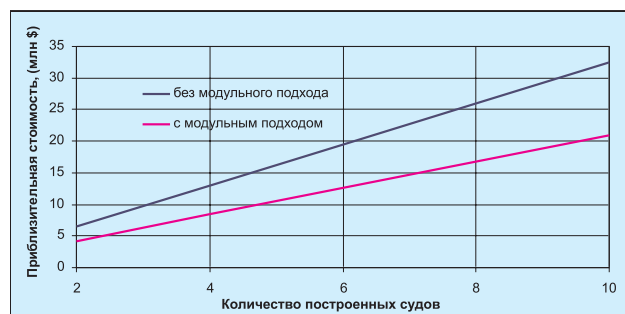


Рис. 7. Влияние количества построенных судов на строительную стоимость

Из рассмотрения рис. 7 видно, что при пополнении флота, стоимость постройки судов с использованием предлагаемого модульного метода значительно уменьшается по сравнению со стоимостью постройки пассажирского и спасательного вариантов не зависимо друг от друга. Оценка эффективности эксплуатации СК, построенных с использованием модульного подхода, была выполнена с помощью критерия эффективности скоростных катамаранов.

Расчет начинается с определения значения критерия эффективности каждого катамарана обычной постройки (т. е. расчета значения этого критерия для пассажирских и спасательных катамаранов). Затем был определен критерий для каждого катамарана, построенного с использованием разработанной модульной методики, курсирующего с сезонными или региональными колебаниями интенсивности. Например, построено 4 ГФМ (два пассажирских и два спасательных) и 2 постоянных базовых модуля для каждого-пассажирского и спасательного катамарана. Были определены критерии для каждой пары ГФМ с постоянными базовыми модулями для полугодичного периода эксплуатации. Результаты анализа представлены на рис. 8.

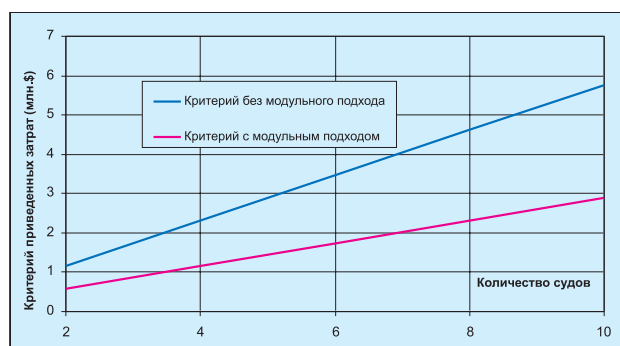


Рис. 8. Влияние количества судов на критерий приведенных затрат

Из рис. 8 видно, что приведенные затраты снижаются в зависимости от количества судов при серийной постройке. Это подтверждает целесообразность использования разработанной методики при проектировании скоростных катамаранов. Такой подход проектирования, строительства и эксплуатации СК пассажирских и спасательных является выгодным для Союза Мьянма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ляховицкий А. Г., Йин Тхун. Скоростные пассажирские суда: проектные характеристики и тенденции развития // Морской вестник. – 2008. № 2 (26). – С.19–22.
2. Ляховицкий А. Г. Проектирование скоростных катамаранов с подводными крыльями / А. Г. Ляховицкий, Э. Б. Сахновский, Б. М. Сахновский // Судостроение. – 2005. – №2. – С.9–15.
3. Central Statistical Organization, Ministry of National Planning and Economic Development, The Government of the Union of Myanmar, 2007 (<http://www.etrademyanmar.com/>).
4. Myanmar Five Star Line, 132-136, P.O. Box 1221, Theinbyu Road, Yangon, Myanmar. (<http://www.mfsl-shipping.com/mfsl/index.html>).
5. Dube S.K., Storm Surge Forecasting In the Bay of Bengal and Arabian Sea., India Institute of Technology, Kharagpur, 2008.
6. Царев Б. А., Модульные задачи в проектировании судов: учебное пособие. – Л.: Изд. ЛКИ, 1986. – 96с.
7. Гайкович А. И. Основы теории проектирования сложных технических систем. СПб.: ТОО-Моринтех, 2001. ■

Исследовательские суда предназначены для автономного использования в тяжелых погодных условиях, поэтому вопросы мореходности стоят на первом месте. Кроме того, для этих судов большое значение имеет разработка моделей архитектурно-компоновочного и функционального проектирования. При проектном обеспечении мореходности способами оптимизационного исследования являются логико-математическое моделирование, анализ базы данных, разработка сценариев эксплуатации, обзорная систематизация информации. В ходе проектного исследования реализован модульный подход при формировании структуры нагрузки и компоновки судов. Установлена рациональность применения функционально-конструктивных модулей. Для выявления нормативных значений коэффициентов ветробойности и параметров продольной центровки проведены расчеты парусности типовых судов.

При методических разработках используется концепция параллельного, но дифференцированного анализа трех моделей проектируемого судна: алгоритмической, конструктивно-модульной и функционально-эксплуатационной. Практическое применение этой концепции на конкретно разработанных примерах достаточно ново, так как она известна далеко не во всех проектных организациях. Новым является также результативное применение концепции доминантности при формировании логико-математических моделей.



Рис. 1. Исследовательское судно «Академик Сергей Вавилов»

Исследовательские суда используются для проведения исследований в толще водных масс, морского дна, атмосферы и космического пространства (рис. 1). В зависимости от основного назначения они имеют специализированные оснащенные соответствующей аппаратурой и приборами лаборатории, мачтовые и палубные устройства. Количество лабораторий зависит от назначения и размеров. Полная масса судов колеблется от 5 до 45 тыс. т.

Научно-исследовательский флот России подразделяется на суда комплексного назначения и специализиро-

АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРНО-КОМПОНОВОЧНОГО И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ОБЛИКА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ СУДОВ

Б.А.Царев, д-р техн. наук, проф.,
В.К.Ханухов, студент СПбГМТУ,
контакт. тел. (812) 7136291

ванные суда: «службы погоды» (исследование процессов в океане и атмосфере над ним), геофизические (исследования геофизических процессов в океане), космической службы (рис. 2, исследование космоса и обеспечение полетов космических аппаратов). Сбор информации в океанах и морях для производственных целей осуществляется также на научно-исследовательских судах рыбной промышленности и геологии.

ОСНОВЫ ПРОЕКТНОГО АНАЛИЗА

В число системных моделей, отображающих судно, входят три разновидности моделей:

1. Проектная концептуальная модель, состоящая из алгоритмических подсистем.
2. Структурная конструктивно-технологическая модель, состоящая из конкретных объектовых модулей, не включающих в себя людей и те ресурсы, с помощью которых отдельные модули приобретают необходимые функциональные свойства.
3. Практическая эксплуатационная модель, в которой конкретные функциональные подсистемы судна содержат людей («эргатические элементы») и необходимые ресурсы (топливо,

смазка, вода, электричество, сжатый воздух).

В данной статье рассмотрены первоначально модель третьего типа на основе информации о современных исследовательских судах, а затем модель первого типа по тем алгоритмическим подсистемам, которые актуальны для исследовательских судов.

В модели третьего типа при проектном анализе следует выделить четыре подсистемы – комплекса, располагая их по степени доминантности:

- а) комплекс функционального оборудования: антенны, спускаемые аппараты, крановые устройства, лаборатории;
- б) комплекс управления, связи, электростанция и штурманское оборудование;
- в) энергетическая установка и запасы топлива;
- г) корпус с надстройками, устройствами и системами.

Для выявления степени доминантности может служить анализ структуры проектных балансов – таких уравнений, которые характеризуют какое-либо из свойств судна, содержащих суммирование тех или иных проектных величин (например, масс, объемов, моментов).

Применительно к модели первого типа комплекс функционального



Рис. 2. Антенны судна космической связи «Космонавт Юрий Гагарин»

оборудования, упомянутый в пункте «а», содержит ряд алгоритмических подсистем: четыре из них являются подсистемами с сильной доминантностью и отражают такие свойства, как экономичность; плавучесть и рациональность структуры нагрузки; оборудованность; вместимость по площадям.

К алгоритмическим подсистемам с умеренной доминантностью относятся пять подсистем: мощность, ходкость и дальность; управляемость; остойчивость; удифференровка; непотопляемость.

Комплексы функционального обслуживания обслуживают научный состав с привлечением в необходимых случаях основного экипажа судна.

Для комплекса управления актуальны такие алгоритмические подсистемы:

а) с сильной доминантностью: оборудованность; экономичность; безопасность и живучесть; мощность, ходкость и дальность.

б) с умеренной доминантностью: вместимость по площадям; управляемость; плавучесть и рациональность структуры нагрузки.

По сравнению с первым комплексом добавилась подсистема «безопасность и живучесть», убавились «стойчивость» и «непотопляемость».

Комплекс управления обслуживается самой квалифицированной частью экипажа, в которую входят капитан, его помощники-штурмана, рулевые, персонал радиотехнической службы.

Энергетическая установка является одним из существенных комплексов и также состоит из ряда подсистем:

а) с сильной доминантностью: мощность, ходкость и дальность; экономичность; плавучесть и рациональность структуры нагрузки; безопасность и живучесть.

б) с умеренной доминантностью: мореходность и обитаемость; вместимость по площадям; остойчивость; удифференровка; непотопляемость.

Добавилась (по сравнению с первым комплексом) «мореходность и обитаемость», убавилась «оборудованность» (энергетическая установка противопоставляется остальным видам оборудования).

Корпус с надстройками, устройствами и системами у обычных судов, как правило, занимает первое место, но у рассматриваемых судов по степени доминантности уступает ранее перечисленным комплексам. Он содержит все упоминавшиеся 11 подсистем и сверх того подсистему «прочность».

Вошедшие в этот анализ комплексы и подсистемы – эргатические, т. е. рассмотрены вместе с людьми и рабочими ресурсами. Очередность анализа комплексов определена степенью их доминантности.

КОНКРЕТИЗАЦИЯ ДОМИНАНТНЫХ АЛГОРИТМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОЕКТНОГО АНАЛИЗА

В число алгоритмических подсистем (зависимостей, диктующих ограничения на область допустимых значений оптимизируемых переменных) целесообразно включать основные зависимости, описывающие главные качества судна в порядке рассмотрения соответствующих разделов проектирования. Поскольку исследователи суда ходят на громадных пространствах морей и океанов, то на первые позиции целесообразно поставить проектные (виртуальные) подсистемы, характеризующие ходкость и мореходность:

1. Проектная подсистема мощности, ходкости и дальности. *Ходкость* – способность судна развивать заданную скорость при определенной мощности главного двигателя и соответствующем движителе. Уравнение мощности для энергетической подсистемы относительно ходкости имеет вид

$$v = \frac{[N] \times 102 \eta}{\sum R_j}; \quad (1)$$

уравнение дальности

$$r = \frac{P_t \times v}{k \times q_t \times [N]}. \quad (2)$$

Здесь N – мощность ЭУ, кВт; v – скорость полного хода, уз; R_j – сопротивление движению судна по j -й составляющей; η – КПД двигателя с поправками (пропульсивный коэффициент); P_t – масса топлива, тонны; k – поправочный коэффициент, учитывающий возможные задержки в рейсе и наличие вспомогательных двигателей; q_t – удельный расход топлива, т/кВт·ч; r – дальность, мили.

2. Проектная подсистема мореходности (в частном случае – обеспечения плавности качки) и обитаемости. Под *мореходностью* в широком смысле (кроме обеспечения плавности поперечной и продольной качки) понимают всхожесть на волну, обеспечение местной прочности носовых конструкций, непосредственно подвергающихся ударам волн; незаливаемость; минимальную потерю в скорости хода, сохранение работоспособности энергетической установки, движителей и приборов.

Наиболее часто при определении мореходности оценивают плавность поперечной качки. Условие выхода из области резонанса имеет вид

$$\frac{0,8B}{\sqrt{h_{\text{мет}}}} > 1,25 \times 0,8\sqrt{\lambda_b}, \quad (3)$$

где $h_{\text{мет}}$ – метацентрическая высота; λ_b – длина волны; 1,25 – коэффициент запаса по отношению к резонансу.

Левая часть уравнения характеризует период собственных колебаний, правая – период волны.

Характеристика уровня обитаемости

$$\Psi = \sum_{i=1}^n a_i \Psi_i, \quad (4)$$

где a_i – долевой коэффициент или коэффициент весомости i -го элемента, причем

$$\sum_{i=1}^n a_i = 1; \quad (4a)$$

Ψ_i – локальная функция, определяющая уровень составной части обитаемости.

К таким составным частям относятся, например, качество воды и сохранение провизии; объем и площади, приходящиеся на одного человека; изолированность от источников вибрации и шума.

3. Проектная подсистема вместимости по площадям. Располагаемая площадь

$$S_{\text{расп}} = (\alpha \times L \times B \times K_{\text{яп}}) n_{\text{яп}} \geq \sum_{j=1}^{n_s} S_j, \quad (5)$$

где α – коэффициент полноты конструктивной ватерлинии; $K_{\text{яп}}$ – коэффициент использования площади ярусов; $n_{\text{яп}}$ – число ярусов надстройки; S_j – требуемая площадь по j -м составляющим, в числе которых основную роль будут занимать площади и помещения для исследовательского оборудования.

4. Проектная подсистема оборудованности. Показатель требуемого уровня оборудованности

$$[q] < q = \left(\sum_{i=1}^{n(q)} a_i \times q_i \right) \prod_{i=1}^{n(q)} b_i, \quad (6)$$

где a_i – долевой коэффициент уровня оборудованности; q_i – локальный показатель уровня оборудованности; b_i – фактор выполнения данной категории оборудованности.

Находящийся в правой части оператор $\prod_{i=1}^{n(q)} b_i$ обозначает собой умножение и должен отслеживать учет всех факторов b_i , поскольку суммирование показателей оборудованности может в общем случае создать впечатление полного охвата, даже при неучете какого-либо принципиально важного элемента, например, аварийной электростанции. Расчет по формуле (6) позволяет избежать подобного, так как в этом случае один из факторов b_i станет равным нулю, что превратит в нуль все выражение.

Для исследовательского судна важным оборудованием являются антенны дальней связи, спускаемые аппараты, оборудование для их спуска-подъема, оборудование лабораторий.

5. Проектная подсистема управляемости. В общем случае к *управляемости* относят поворотливость, возможность реверса, устойчивость на курсе. Поворотливость обычно обеспечивается на достаточном уровне правильным выбором площади рулей (пропорционально боковой площади подводной части –

приближенно равно произведению длины на осадку $L \times T$). Поворотливость на малых ходах требует, как правило, применения подруливающих устройств (если высок коэффициент ветробойности K_b , характеризующий противодействие дрейфу):

$$K_b = \frac{S_p}{L \times T} \leq [K_b], \quad (7)$$

где K_b – коэффициент ветробойности; S_p – площадь парусности (боковая надводная поверхность судна).

Обеспечение реверса зависит от характеристик главных двигателей или движителей (при применении винтов регулируемого шага).

Для обеспечения устойчивости на курсе существенное значение имеет продольное положение центра парусности, который желательно смещать в корму от центра бокового сопротивления (то есть практически в корме от миделя). При таком взаиморасположении упомянутых центров создается приводящий момент, который возвращает судно на исходный курс при действии встречного бокового ветра.

АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ ПОДСИСТЕМЫ УМЕРЕННОЙ ДОМИНАНТНОСТИ

6. Проектная подсистема плавучести и рациональной структуры нагрузки отображает баланс, соответствующий закону Архимеда:

$$\gamma \times \delta \times L \times B \times T = g \sum_{i=1}^{18} P_i, \quad (8)$$

где $\gamma = 1,025 \text{ т/м}^3$ – плотность воды; δ – коэффициент общей полноты; L – длина судна по КВЛ; B – ширина судна по КВЛ; T – осадка судна по КВЛ; $g = 9.81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения; P_i – соответствующая статья нагрузки.

7. Проектная подсистема прочности рассматривает возникающие в конструкциях судна напряжения, зависящие от соотношения изгибающего момента и момента сопротивления, характерного для конкретного распределения толщин на конструктивном мидель-шпангоуте судна:

$$\sigma = \frac{g \times D \times L}{K \times W_{\text{сопр}}} \leq [\sigma], \quad (9)$$

где σ – расчетное напряжение; K – коэффициент изгибающего момента; $W_{\text{сопр}}$ – момент сопротивления изгиба; $[\sigma]$ – допускаемые напряжения.

8. Проектная подсистема безопасности и живучести:

$$[k] < k = \left(\sum_{i=1}^{n(k)} a_i \times k_i \right) \prod_{i=1}^{n_k} b_i \quad (10)$$

где $[k]$ – показатель допустимого уровня безопасности; a_i – долевой коэффициент уровня безопасности; k_i – локальный показатель уровня безопасности; Π – знак перемножения; b_i – фактор выполнения данной категории безопасности.

9. Проектные подсистемы остойчивости, удифферентовки и непотопляемости хорошо известны и здесь не детализируются.

10. Проектная подсистема экономичности: а) по капиталовложениям:

$$\Pi = a_k \times P_k + a_{yc} \times P_{yc} + a_{zy} \times P_{zy} + a_{эш} \times P_{эш} + a_{co} \times P_{co}, \quad (11)$$

где Π – цена серийного судна; a_i – ценовые коэффициенты для соответствующих частей нагрузки; P_k – масса корпуса; P_{yc} – масса устройств и систем; P_{zy} – масса энергетической установки; $P_{эш}$ – масса электрооборудования и штурманских приборов; P_{co} – масса специализированного оборудования.

В современных условиях в среднем справедливо соотношение

$$a_{co} = 2 \cdot a_{эш} = 4 \cdot a_{zy} = 8 \cdot a_{yc} = 16 \cdot a_k; \quad (11a)$$

б) по совокупным затратам (рассчитанным за год эксплуатации)

$$\Theta = a_1 \times \Pi + a_2 \times P_t \times n_p + a_3 \times n_{\text{эк}} + a_4 \times \Pi. \quad (12)$$

Здесь a_1 – коэффициент отчислений на амортизацию, ремонт и снабжение; a_2 – бункеровочная стоимость тонны топлива; n_p – число рейсов за навигацию; a_3 – среднегодовая зарплата одного члена экипажа с учетом накладных и навигационных расходов; $n_{\text{эк}}$ – численность экипажа; a_4 – кредитный процент на заемный капитал; P_t – масса топлива, m .

Совокупность перечисленных алгоритмических подсистем позволяет проанализировать все наиболее важные мореходные и эксплуатационные качества исследовательских судов.

УЧЕТ АРХИТЕКТУРНО-КОМПОНОВОЧНЫХ ВОПРОСОВ

Чем сложнее тип судна, тем более ответственной является задача его компоновки. Если в отношении корпуса уже выработались достаточно устойчивые рекомендации, относящиеся к конкретным режимам быстротходности и к определенным силовым воздействиям на корпусные конструкции (например, со стороны льдов), то для помещений и функционального специализированного оборудования оборудования (то есть оборудования, связанного с выполнением основной функции), располагающегося выше верхней палубы, проектная компоновка зависит от особых задач, решаемых данным судном.

Например, для судна «Космонавт Юрий Гагарин» при оценке архитектуры необходимо обратить внимание на две большие антенны (супермодули) и две чуть меньшие антенны (средние модули), расположенные вдоль корпуса судна. При анализе состава функционального оборудования судов «Космонавт Юрий Гагарин», «Космонавт Вла-

димир Комаров» (рис. 3) и других под функциональными единицами понимаются конструктивно-функциональные модули (об их комплектовании говорится далее). На судне «Космонавт Владимир Комаров» главные антенны покрыты сферическими оболочками, что придает судну особую эстетику.)

В самой структуре архитектурной компоновки для научно-исследовательского судна доминирует определенная целевая идея: рациональное размещение антенн, приборов и лабораторий, функционального оборудования, средств гидролокации и связи. Само решение архитектурно-компоновочных вопросов соответственно должно быть подчинено как идее архитектурной выразительности, так и задаче доминантного учета тех функциональных позиций, которые содержатся в проектном задании.

РОЛЬ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Архитектурное проектирование – один из значимых способов повышения конкурентоспособности. Даже среднее по технике-экономическим показателям судно в умелых руках дизайнеров может превратиться в привлекательный для судовладельца и грузоперевозчика объект, будет чаще использоваться и приносить более высокую прибыль. Тем большее внимание необходимо уделять архитектурной проработке судна с учетом современных проектных решений, чтобы достижения проектантов получили внедрение. В то же время архитектурная структура – предмет стихийной унификации внутри отдельных групп морской техники, в результате которой появляется неповторимый стиль, характерный почерк главных конструкторов конкретной страны. В этом отношении отечественная практика нередко превосходит практику других стран, уступая лишь некоторым разработкам Италии и Франции.

Характеризуя архитектуру отечественных судов, можно сказать, что ее типичными элементами является общая стройность и гармония, а если конкретнее, обтекаемый волнообразный профиль надстроек и элементов функционального оборудования (образующий в зависимости от размеров одну, две или три «волны»). Подобное архитектурное решение, бесспорно, повышает как эстетическое впечатление, так и конкретную экспортную конкурентоспособность тех проектов, в которых заинтересованы зарубежные партнеры.

Детальные расчеты показывают, что рассмотренные позитивные архитектурные решения хорошо соответ-

твуют требованиям мореходности и управляемости.



Рис. 3. Исследовательское судно «Космонавт Владимир Комаров»

Значительное свободное пространство в носовой части перед надстройками приводит к тому, что положение центра парусности надстроек смещается в корму от миделя. А вблизи миделя под водой находится центр бокового сопротивления, т. е. центр равнодействующей приложения сил, препятствующих боковому дрейфу. В результате равнодействующая возмущающих ветровых сил, будучи приложенной в центре парусности (визуальном центре площади надстроек), создает момент, приводящий к возврату на тот курс, от которого судно могло бы уклониться. Такая самостабилизация тем важнее, чем больше коэффициент ветробойности (отношение площади парусности к площади бокового сопротивления).

На рис. 4 приводится пример анализа центровки, где ЦБС – центр бокового сопротивления, а ЦП – центр парусности, а в табл. 1 – характеристики, влияющие на центровку.

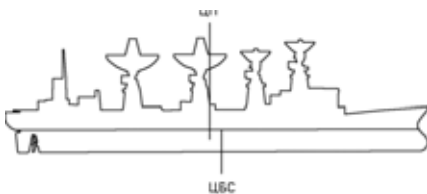


Рис. 4. Схема парусности научно-исследовательского судна «Космонавт Юрий Гагарин»

Таблица 1
Сопоставление характеристик, влияющих на центровку

Судно	Взаимное положение ЦП и ЦБС	Величина отклонения, м	% от длины
«Космонавт Юрий Гагарин»	ЦП в корму от ЦБС	6.3	2.73
«Академик Сергей Королев»	ЦП в нос от ЦБС	-0.86	-0.5
«Космонавт Владимир Комаров»	ЦП в корму от ЦБС	2.42	1.55
«Космонавт Владислав Волков»	ЦП в нос от ЦБС	-3.68	-3

Кроме продольной центровки на управляемость влияет коэффициент ветробойности: чем он больше, тем сильнее судно дрейфует (табл. 2).

Таблица 2
Сведения о парусности и коэффициенте ветробойности

Судно	K_n	S_n , м ²
«Космонавт Юрий Гагарин»	2.38	4445
«Космонавт Владимир Комаров»	2.20	2773
«Академик Сергей Королев»	2.23	2866
«Космонавт Владислав Волков»	1.64	1255

Результаты расчетов K_n для четырех исследовательских судов приведены в табл. 2. Из нее видно, что у трех судов коэффициент ветробойности близок к 2,3. «Космонавт Владислав Волков» – исключение, так как он не имеет антенны дальней связи.

ЗАВИСИМОСТЬ КОМПОНОВКИ ОТ ТРЕБОВАНИЙ К РАЗМЕЩЕНИЮ ОБОРУДОВАНИЯ И ЛЮДЕЙ

Основная часть оборудования и людей размещается в надводной части корпуса и в надстройке. Общая требуемая площадь распределяется между ярусами в корпусе и в нескольких ярусах надстроек. Формула структуры ярусов (применительно к исследовательским судам) зависит от конкретной компоновки: Для площади

$$S = LB \sum_{i=1}^n a_i b_i, \quad (13)$$

где $a_i = l_i / L$; $b_i = k_i / B$. Здесь произведение $a_i \cdot b_i$ – структурный коэффициент, характеризующий отношение общей площади всех ярусов (включая внутрикорпусные) к условной базе – произведению длины на ширину; l_i – длина конкретного яруса; a_i – относительная длина конкретного яруса; k_i – ширина конкретного яруса; b_i – относительная ширина конкретного яруса; n – общее число рассматриваемых ярусов.

Судя по имеющимся статистическим данным, среднее соотношение длины к ширине для исследовательских судов

$$L / B = 6,7. \quad (14)$$

Произведение длины на ширину

$$LB = \frac{S}{\sum a_i b_i}. \quad (14a)$$

Поделив (14) на (14a), можно найти квадрат ширины судна, откуда

$$B = \sqrt{\frac{S}{\sum a_i b_i (\frac{L}{B})}}. \quad (15)$$

Значения структурных коэффициентов находят по результатам работы с внешними видами судов-прототипов. У рассмотренных судов структурный коэффициент составляет от 3 до 5.

Для численного расчета требуемых площадей лабораторий можно рассмотреть по базе данных условный норматив $S / n_{эк}$, полагая, что количество оборудования и площади для его размещения примерно соответствуют численности обслуживающего его экипажа, где S – площадь палуб, $n_{эк}$ – численность экипажа.

Средний условный норматив для рассмотренных судов находится в интервале от 10 до 15.

ФУНКЦИОНАЛЬНО-МОДУЛЬНЫЙ ПОДХОД

При отсутствии прототипа по компоновке учет влияния функционального оборудования на архитектуру затруднен. Это связано с тем, что состав и количественные параметры функционального оборудования задаются в сложной, дискретной форме. Эту форму надо раскрыть в виде конкретных габаритов, масс, положения по длине и высоте, допустимых зон для действия, требуемого для обслуживания персонала, необходимого электроэнергетического ресурса, сочетания с местами хранения боезапаса.

Возможным выходом из этого положения, которое возникает при первоначальной проработке проектного задания, когда состав функционального оборудования не содержит конкретной информации о габаритах, является некоторая «унификация» различных версий принципиально важной части оборудования в виде «функциональных единиц».

Обобщением этой практики является формирование комплектов оборудования в виде «виртуальных эквивалентных модулей» – проектных «функциональных единиц» (ФЕ) с определенными интервальными характеристиками эффективности, массы, габаритов, требуемого обслуживания по отношению к численности экипажа и мощности электростанции. Это равноценно понятию обычных «модулей», которое является следующей ступенькой функциональной и структурной унификации для более крупных объектов.

Рассмотренные ФЕ можно относить к категории типизационных модулей. Типизация в виде ФЕ отражает виртуальную модульность – какой-то воображаемый уровень массы, который реализуется в зависимости от пожеланий заказчика. На судне виртуальная модульность выражена также шпангоутной шпацией (сам стальной шпангоут – это реальный объект и объектовый модуль).

Таким образом, реальная (объектовая) модульность – это некий существующий объект или комплекс, с конкретными массой и габаритами. В реальной практике при использовании модулей может возникнуть некоторая «невязка»

масс, а из-за их размещения на различной высоте от основной плоскости судна – неблагоприятное повышение центра тяжести. Это компенсируется наличием запаса водоизмещения и остойчивости (той его частью, которая считается запасом на модернизацию).

Формирование ФЕ и реальных конструктивно-функциональных, агрегатных и специализированных модулей – не самоцель, а средство рациональной экономической реализации архитектурно-компоновочного облика, средство рациональной организации самого процесса проектирования.

Для судов рассматриваемой группы различные виды оборудования были выражены через эквивалентные («средние») модули m таким образом, что супермодули оказались в два-три раза крупнее, а более обычное оборудование составило доли m . В итоге для совокупности судов было найдено соотношение m с длиной в виде

$$m = 2 + 0,04 L. \quad (16)$$

Для определения длины можно использовать зависимость

$$L = 25 (m - 2). \quad (17)$$

В зависимостях (16) и (17) следует учитывать возможное 10-15 %-ное колебание из-за разнообразия подходов проектировщиков к плотности компоновки.

ПРИЛОЖЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Рассмотренные положения позволяют рекомендовать следующий порядок определения проектных характеристик исследовательских судов (на примере судов космической службы)

1. Составление заказчиком Перечня оборудования.

2. Композиция проектантом оборудования в явные и условные частные Модули. Перевод частных модулей в эквивалентные.

3. Определение длины судна по зависимости (17) и переход по базе данных к полной массе, мощности, комплектации персонала. Переход к другим размерениям, установление числа Фруда и определение коэффициента общей полноты.

4. Выбор Прототипа или конкретного судна в качестве базы для переоборудования.

5. Компоновка общих и частных модулей с уточнением габаритов оборудования. Определение энергозатрат на обслуживание оборудования и установление мощности электростанции.

6. Установление мощности двигателей по заданной скорости и известной полной массе.

7. Определение численности персонала для обслуживания оборудования и лабораторий. Уточнение пол-

ной комплектации экипажа, общей планировки жилых и общественных помещений.

8. Определение запасов топлива, смазки и воды. Уточнение других масс. Корректировка размерений по условиям плавучести.

9. Определение центровки и удифферентровки. Оценка остойчивости и условий балластирования; плавности качки и применяемых стабилизаторов.

10. Оценка площади и центровки боковых поверхностей, проверка условий управляемости и числа подруливающих устройств.

11. Предварительные экономические оценки (в том числе сопоставление возможных объектов переоборудования).

12. Оценка непотопляемости, пожаробезопасности и других условий безопасности.

13. Гармонизация архитектурного облика.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рассмотренных обоснованиях очередность анализа комплексов определяется степенью их доминантности. Применение системного подхода и принципа доминантности позволило выделить важнейшие функциональные комплексы и проектные подсистемы исследовательских судов в двух аспектах: функциональном и алгоритмическом.

Более детально рассмотрены доминантные составляющие. При функциональном подходе такими составляющими являются комплекс функционального оборудования и комплекс управления; при алгоритмическом подходе – это проектные подсистемы ходкости, мореходности, вместимости, оборудованности и управляемости. При выделении структурных подсистем (комплексов) и алгоритмических (проектных) подсистем использовано укрупненное деление.

Для обоснования и распределения функционального оборудования эффективным способом является концепция ФЕ (функциональных единиц, модулей).

При непосредственной компоновке надстроек и верхних ярусов корпуса рационально применение структурного коэффициента, стабильного для характерных групп судов. Схема компоновки на основе структурного коэффициента проверена на практических примерах.

В отношении архитектурного облика можно исходить из того, что конкурентоспособность выше при выразительном современном внешнем виде судна. Для исследовательских судов это приводит

к повышению коэффициента использования, если владелец предполагает сдавать их в аренду.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алешин Н.В., Ляховицкий А.Г., Царев Б.А.* Методология инженерной и научной деятельности в морской технике. – СПб.: Изд. СПбГМТУ, 2000.
2. *Ашик В.В.* Проектирование судов. – Л.: Судостроение, 1985.
3. *Безбородов В.П., Жаков А.М.* Суды космической службы: – Л.: Судостроение, 1980.
4. *Гайкович А.И.* Основы теории проектирования сложных технических систем. – СПб.: Изд. «Моринтех», 2001.
5. *Дехтярь Л.И., Костюков А.А., Хануков В.К., Царев Б.А.* Аналитические аспекты архитектурно-компоновочного проектирования морской техники. – Докл. секции 1 на «Круглом столе» по проблеме конкурентоспособности судостроительной промышленности. – СПб., РосНТО им. акад. А.Н. Крылова, 2008, С. 18–20.
6. *Киреев В.Н., Могулин Ю.Б., Былинков Е.С., Руденко М.С.* Научно-экспедиционное судно нового поколения для российской антарктической экспедиции // Морской Вестник. – 2008. – Март. – С. 22–25.
7. *Кузин В.В., Никольский В.И.* Военно-Морской Флот СССР: 1945–1991. – СПб.: Истор. морское общество, 1995.
8. *Медведев Н.Ф.* Суды для исследования Мирового океана. – Л.: Судостроение, 1971.
9. *Пашин В.М.* Оптимизация судов. – Л.: Судостроение, 1983.
10. *Хануков В.К.* Модели проектного анализа исследовательских судов: Докл. на Международном семинаре РосНТО им. акад. А.Н. Крылова, 2008, ноябрь.
11. *Царев Б.А.* Модульные задачи в проектировании судов. – Л.: Изд. ЛКИ, 1986.
12. *Он же.* Введение в художественное конструирование судов. – Л.: Изд. ЛКИ, 1973.
13. *Шагиданов В.И.* Проектное обоснование характеристик судов для охраны экономических зон и исследования океана. – Сб. докл. международн. семинара «Суда будущего». – СПб.: РосНТО им. акад. А.Н. Крылова, 2007, с. 60–63.
14. *Юдкина Ю.В.* Учет требований обитаемости при проектном обосновании быстроходных катеров. Сб. докл. международн. семинара «Суда будущего». – СПб., РосНТО им. акад. А.Н. Крылова, 2007, с. 76–81. ■

ПРОЕКТНАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ РИСКА ОПРОКИДЫВАНИЯ СУДНА В ШТОРМОВЫХ УСЛОВИЯХ ПЛАВАНИЯ

В.В.Ярисов, канд.техн.наук, доцент,
Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота,
контакт. тел. (4012) 965171

При проектировании судов обоснование и корректировка проектных элементов проходят несколько этапов. Среди них важную роль играют те, которые связаны с нормативной проверкой достигаемого уровня остойчивости, качки и мореходности судна и от которых зависит обеспечение надежной, безопасной и эффективной эксплуатации судна в штормовых условиях.

Разработка проектных процедур основана на опыте надзора за судами, осуществляемого классификационными обществами и межправительственными организациями. Вопросы обеспечения безопасности мореплавания отражены в принятой XVIII Ассамблеей Международной морской организацией (ИМО) Резолюции А471(18) от 4 ноября 1993 г. «Международный кодекс по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращением загрязнения» (МКУБ). Эта Резолюция предлагает широкомасштабную программу проведения согласованных действий, направленных на обеспечение безопасности на море, предотвращение несчастных случаев, гибели людей и на избежание вреда окружающей среде. Одной из основных целей МКУБ (п.1.2.2.2) является обеспечение безопасной практики эксплуатации судов и защиты их от всех выявленных рисков.

В традиционных схемах анализа риска на первом этапе определяются в детерминированной постановке все опасные ситуации и разрабатываются практические алгоритмы оценки мореходных качеств судна [1]. На втором этапе разрабатываются и рассматриваются критерии допустимого риска для всех выявленных на первом этапе опасных ситуаций. На третьем этапе оцениваются допустимый риск и его последствия.

Опыт проектирования и эксплуатации, а также многочисленная аварийная статистика позволяют выделить не менее восьми расчетных ситуаций, опасных с точки зрения опрокидывания [2].

Практически во всех странах мира считается наиболее опасной ситуация, когда судно, лишенное хода, расположено лагом к нерегулярному волнению и шквалистому ветру. В соответствии с Правилами Российского Морского Регистра судоходства (в дальнейшем – Регистр) подразумевается, что судно должно соответствовать критериям достаточной остойчивости при критической высоте центра тяжести судна для данной загрузки судна в расчетных условиях ветроволнового режима [3].

На практике экипаж судна не в состоянии быстро регулировать высоту центра тяжести судна в соответствии с изменением внешних условий плавания. Поэтому нормы Регистра требуют,

чтобы судно в любой момент времени имело остойчивость, достаточную для экстремальных условий ветра и волнения, что не всегда целесообразно с точки зрения коммерческой эксплуатации флота. Схема определения критических возвышений центра тяжести требует оценки их полноты и реальности с тем, чтобы не пропустить какие-нибудь опасные ветроволновые режимы и не ужесточать без необходимости расчетные условия.

В таких оценочных расчетах количественная мера остойчивости судов определяется с позиций теории надежности технических объектов [4, 5, 10]. Мерой является степень риска опрокидывания судна при конкретном состоянии нагрузки в широком диапазоне изменения внешних условий (ветер и волнение). Искомый критерий остойчивости, может быть определен в соответствии с подходом Н.Б.Севастьянова, И.К.Борода, Б.А.Царева и Л.К.Зеленина с использованием известных методов теории нелинейных колебаний, математической теории устойчивости, теории надежности и теории случайных функций в предположении о нормальности и стационарности случайных процессов, описывающих трехмерное волнение и ветер [6]. В соответствии с этим вероятность гибели судна при отсутствии хода лагом к нерегулярному волнению и шквалистому ветру для случая резонансной бортовой качки с учетом малости коэффициентов сопротивления бортовой качки и периода собственных бортовых колебаний, может быть представлена в виде

$$P(0) = \exp\{-[\Theta_3^2 / 3(D_0 + R_m^2)]\} \quad (1)$$

Здесь Θ_3 – угол заката диаграммы статической остойчивости судна для конкретного состояния нагрузки; D_0 – дисперсия углов бортовой качки на волнении заданной интенсивности; R_m – среднее значение статического угла крена от шквалистого ветра с учетом коэффициента

порывистости ($K_p = 1.6$) в соответствии с рекомендациями Регистра [3].

Соответственно функция риска потери судна в данных условиях плавания имеет вид

$$\mu = \frac{1}{\tau_0} P(0), \quad (2)$$

где τ_0 – время опрокидывания судна в рассматриваемой ситуации, зависящее от соответствующего периода собственных бортовых колебаний судна и среднего периода рассматриваемого волнения [6, 7].

Результаты расчета позволили оценить степень риска опрокидывания различных судов с известными характеристиками остойчивости в зависимости от погодных условий (средняя скорость ветра с учетом коэффициента порывистости ветра и высоты волн 3%-ной обеспеченности) при известном уровне безопасности, принятом в Российской Федерации $n \leq 10^{-4}$ [4].

В табл. 1 приведены результаты расчета для среднего тунцеловного судна типа «F» и среднего рыболовного траулера «Цуранка», потерпевших аварии в рассматриваемой ситуации в Японском и Северном морях соответственно.

Другой, не менее опасной расчетной ситуацией является движение судна с номинальной скоростью на попутной волнении в условиях воздействия шквалистого ветра с лагового курса (что наиболее характерно для эксплуатации судов на Охотском море).

В этой ситуации вероятность опрокидывания и функция риска гибели судна имеют вид

$$P(0)' = \exp\{-[\Theta_3^2] / 3(D_0' + K R_m^2)\} \quad (3)$$

$$\mu' = \frac{1}{\tau_{im}} P(0)' \quad (4)$$

Здесь Θ_3' – угол заката диаграммы статической остойчивости судна на попутном волнении для конкретного состояния нагрузки в зависимости от балльности и соответствующей ей крутизны

Судно	Степень риска при средней скорости ветра, м/с, и соответствующем волнении, баллы							
	2.48/I	5.28/II	8.32/III	11.8/IV	15.6/V	19.8/VI	24.3/VII	29.1/VIII
Тунцеловное «F»	0	0	0.0049	0.0406	0.0763*	0.0945	0.1265	0.1273
Траулер «Цуранка»	0	0.0128	0.0633	0.1016	0.1186	0.1247*	0.1285	0.1363
Сейнер «РС-708»	0.0783	0.2260	0.2461	0.2533*	0.2565	0.2572	0.2578	0.2597
Рыболовное №6027	0.3544	0.4046	0.4089	0.4102	0.4111*	0.4112	0.4113	0.4114

* Оценка погодных условий на моменты гибели судов.

волнения $\Theta'_3 = f(h_w / \lambda_w)$ [8, 9]; KR_m – среднее значение статического угла крена от шквалистого ветра с учетом коэффициента $K = 0,6$ в соответствии с рекомендациями Регистра [8]; $\tau_m = \tau_0 / 2$ – время опрокидывания судна в рассматриваемой ситуации [4, 8, 9].

Результаты расчета для сейнера «РС-708» и рыболовного судна № 6027, потерпевших аварии в рассматриваемой ситуации в Баренцевом море и устье р. Эйден соответственно, приведены также в табл. 1.

Из сопоставления результатов расчета видно, что вторая ситуация также является определяющей в оценке безопасности мореплавания.

Другими опасными ситуациями могут быть:

– при движении судов лагом к волнению опрокидывание вследствие заливания палубного колодца и ударного воздействия разрушающегося гребня волны;

– при движении судов на попутном волнении опрокидывание вследствие чистой потери остойчивости, развивающихся параметрических колебаний, брошинга, заливанием палубного колодца.

В свою очередь, каждая из вышеперечисленных ситуаций может осложняться за счет смещения навалочного груза в трюме и нарушения водонепроницаемости корпуса.

С использованием формул (1) – (4) были определены:

– степень риска опрокидывания в рассматриваемых расчетных ситуациях конкретных типов рыболовных и транспортных судов;

– влияние отклонений характеристик остойчивости судов от требований Регистра на степень риска опрокидывания в первой расчетной ситуации.

Практическим результатом развития этой работы следует ожидать появления методики оценки степени риска гибели судна во всех выявленных на сегодняшний день опасных ситуациях согласно требованиям МКУБ, а также оценки степени риска гибели транспортных судов на заданном маршруте для использования страховыми обществами при определении величины страховых взносов в виде

$$M = \left[\sum_{i=1}^n \mu_i p_i t_i \right], \quad (5)$$

где μ_i – риск опрокидывания в конкретной опасной расчетной ситуации; p_i – вероятность наступления i -й опасной ситуации за определенный промежуток времени; t_i – время нахождения i -й опасной ситуации.

Рассматриваемые алгоритмы и зависимости входят в конкретные проектные методики, на основе которых можно проектировать эффективные и безопасные суда, приспособленные к эксплуатации в штормовых условиях.

1. Решетов Н.А. Формальная оценка безопасности судна // Науч.-техн. сб. Российского Морского Регистра судоходства, 1997, вып. 20, ч.1, с. 3–9.
2. Ярисов В.В., Бородай И.К. Проектное и нормативное обеспечение безопасности мореплавания малотоннажных судов в условиях заливания палубы при движении на попутном волнении. – Тр. ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова, 2009, вып. 48(332), с. 36–41.
3. Правила классификации и постройки морских судов. Российский Морской Регистр судоходства. – СПб., 1995.
4. Севастьянов Н.Б. Остойчивость промысловых судов. – Л.: Судостроение, 1970. – 200 с.
5. Он же. Теоретические и практические основы вероятностной оценки остойчивости судов. – Сб. науч. тр. Проектирование и нормирование мореходных качеств судов. – Калининград, КТИР-ПИХ, 1994, с.4–47.
6. Зеленин Л.К. Оценка надежности характеристик остойчивости в условиях штормового волнения. – Сб. науч.тр. Мореходные качества и проектирование судов. – Калининград, КТИРПИХ, 1989, – с.87–93.
7. Ананьев Д.М., Савчук С.В. Экспериментальное подтверждение применимости экспоненциального закона к вероятности опрокидывания судна. – Науч.-техн.сб. / Регистр СССР, 1982, вып. 12. с.115–119.
8. Нечаев Ю.И. Остойчивость судов на попутном волнении. – Л.: Судостроение, 1978. – 272 с.
9. Бородай И.К., Невцетаев Ю.А. Мореходность судов. – Л.: Судостроение, 1982, 288 с.
10. Царев Б.А. Проектный анализ проблемы навигационной безопасности судна. Сб. науч. тр. Проектирование морских судов. – Л.: Изд. ЛКИ, 1988, с. 36–40. ■

Корабел.ру
информационно - поисковая система
www.korabel.ru

Как известно, основные характеристики управляемости судна – поворотливость и устойчивость на прямом курсе – характеризуются его диаграммой управляемости, т.е. зависимостью относительного диаметра установившейся циркуляции D/L от угла перекадки руля δ . Как правило, диаграмму управляемости графически представляют в форме обратной зависимости $\bar{\omega}(\delta)$, где $\bar{\omega} = L/R$ – относительная кривизна установившейся циркуляции, L – длина судна, $R=D/2$ – радиус установившейся циркуляции.

По характеристикам управляемости различают два основных типа судов – устойчивые и неустойчивые на прямом курсе. *Устойчивые на прямом курсе* суда отличаются тем, что при неподвижном руле $\delta = 0$ и отсутствии внешних воздействий могут двигаться прямым курсом в течение практически неограниченного времени. *Неустойчивые на прямом курсе* суда отличаются тем, что при неподвижном руле $\delta = 0$ самопроизвольно, с прямого курса, входят в устойчивую установившуюся циркуляцию с диаметром D_0 и относительной кривизной $\bar{\omega} = L/R_0$. Соответственно, диаграммы управляемости обоих типов судов имеют вид, приведенный на рис. 1.

На всех трех рисунках точки $A(\delta_{\max})$, $A'(-\delta_{\max})$ соответствуют $|\bar{\omega}|_{\max}$, т.е. минимальному диаметру циркуляции.

На рис. 1, а точка O соответствует движению устойчивого судна прямым курсом с непереложенным рулем: $\delta = 0$, $\bar{\omega} = 0$, $D/L = \infty$.

На рис. 1, б точки B, B' соответствуют установившимся циркуляциям неустойчивого судна с непереложенным рулем $\delta = 0$, $\bar{\omega} = \pm \bar{\omega}_0$; точки C, C' – точкам бифуркации (раздвоения движения) $\delta = \delta_{\text{кр}_0}$, $\bar{\omega} = \bar{\omega}_{\text{кр}_0}$, где $\delta = \delta_{\text{кр}_0}$ – так называемый критический угол перекадки руля (Р.Я. Першиц) или предельный угол обратной поворотливости (К.К. Федяевский); точки D, D' – точкам гистерезиса $\delta = \delta_{\text{кр}_0}$, $\bar{\omega} = \bar{\omega}(\delta_{\text{кр}_0})$. Отре-

зок кривой COC соответствует несуществующим неустойчивым циркуляциям, возможным только в режиме балансирования, т.е. при воздействии на судно дополнительных, упреждающих уклонение сил (Г.Е.Павленко, Бех). Точки K, K', K'' представляют три вида циркуляций: K – *прямую* устойчивую установившуюся циркуляцию, совпадающую по знаку с углом перекадки руля $\text{sign} \bar{\omega} = \text{sign} \delta$; K' – неустойчивую неуставившуюся циркуляцию; K'' – *обратную* устойчивую установившуюся циркуляцию с углом перекадки руля $\text{sign} \bar{\omega} = -\text{sign} \delta$.

На рис. 1, в точки B, B' соответствуют точкам B, B' рис. 1, б, точки C, C' – точкам C, C' рис. 1, б, точки D, D' – точкам D, D' на рис. 1, б.

Наиболее характерны своей неустойчивостью на прямом курсе и соответственно, рыскливостью на прямом курсе крупнотоннажные танкеры, у которых величина $\delta_{\text{кр}_0}$ достигает 10° (танкер «Лиговский проспект», рис. 2, $\delta_{\text{кр}_0} = 8^\circ$, $\bar{\omega}_0 = 0,4$).

В связи с повышенной рыскливостью крупнотоннажных судов проблема удержания их на заданном курсе приобретает для судоводителей особое значение. В статье делается попытка найти возможное решение этой проблемы.

Математическое описание произвольного управляемого криволинейного движения надводного судна в гори-

зонтальной плоскости (математическая модель движения) в общем случае представляется системой трех уравнений Лагранжа II рода относительно продольной, поперечной и вертикальной осей, дополненной уравнением управления $\delta(t)$. Входящие в эту систему выражения действующих на судно сил представляют собой, как правило, аппроксимации полученных экспериментальным путем нелинейных зависимостей. В результате система уравнений оказывается нелинейной и аналитически неразрешимой.

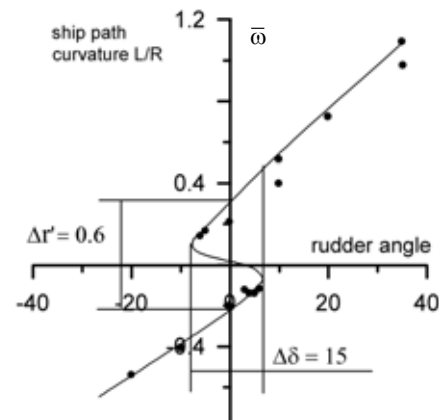


Рис. 2. Диаграмма управляемости танкера «Лиговский проспект»

В практике сегодняшнего дня численное решение уравнений движения судна выполняется обычно с помощью

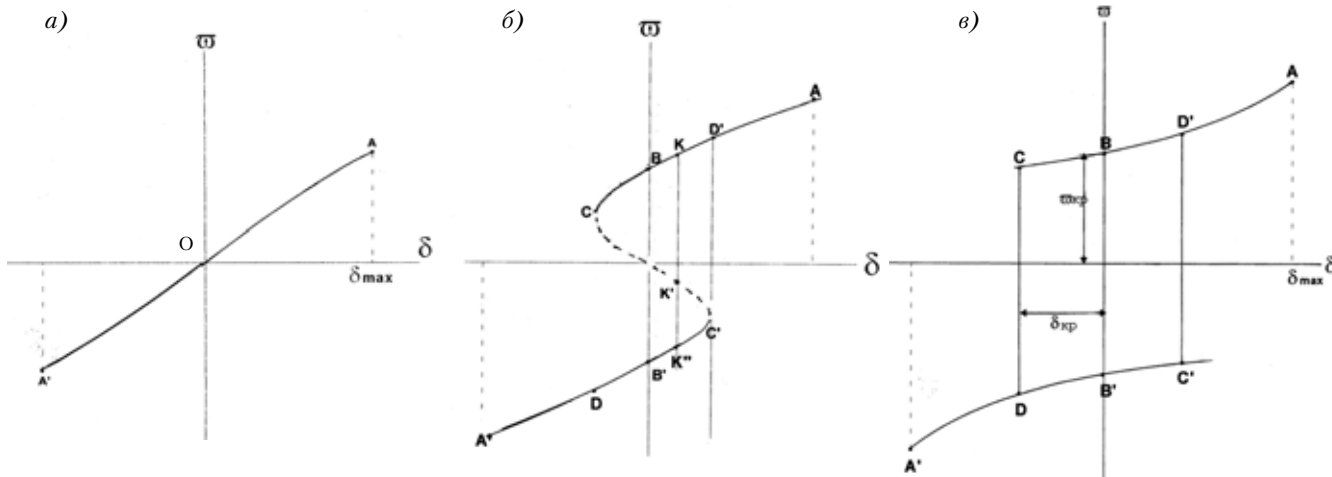


Рис. 1. Вид диаграмм управляемости: а – устойчивое на курсе судно; б – неустойчивое на курсе судно (теоретическое представление); в – неустойчивое на курсе судно (реальное представление)

ЭВМ. Однако численные решения не позволяют получить аналитические зависимости. Известны многие способы упрощения и линеаризации математической модели движения судна (А.М. Басин, Ю.Ф. Иванюта, Г.В. Соболев, Р.Я. Першиц, Номото и др.). Из них наиболее эффективной является форма, предложенная А.М. Басиным:

$$\begin{aligned} d^2\bar{\omega}/d\tau^2 + 2p d\bar{\omega}/d\tau + q\bar{\omega} = \\ = s_{\bar{\omega}}\delta - s_{31}d\delta - s_{31}d\delta/d\tau, \end{aligned} \quad (1)$$

где $2p$ – коэффициент обобщенного демпфирования, q – коэффициент обобщенных восстанавливающих сил, $s_{\bar{\omega}}$ и s_{31} – коэффициенты, определяющие действие средств управления.

Как и другие формы линейных уравнений, уравнение (1) применимо только к режимам установившихся циркуляций и малых отклонений от них. При применении к динамике неустойчивых судов, они приводят к расходящимся решениям.

Наиболее представительным для аналитического исследования движения неустойчивых судов является обобщенное нелинейное уравнение вида

$$\begin{aligned} d^2\bar{\omega}/d\tau^2 + 2p d\bar{\omega}/d\tau + H(\bar{\omega}) = \\ = F(\delta, d\delta/d\tau). \end{aligned} \quad (2)$$

Исследования автора, выполненные для большого ряда неустойчивых судов, показали, что функция $H(\bar{\omega})$ с достаточной степенью достоверности, может быть представлена в виде $H(\bar{\omega}) = q_0\bar{\omega} + b\bar{\omega} \cdot |\bar{\omega}|$, где $q_0 < 0$, а для функции F может быть сохранено представление (1): $F = s_{\bar{\omega}}\delta - s_{31}d\delta/d\tau$. При этом значения $2p$, $s_{\bar{\omega}}$ и s_{31} сохраняются практически постоянными, не зависящими от $\bar{\omega}$, а $q_0 < 0$ и соответствует значению q в уравнении (2) при $\bar{\omega} = 0$. Характер зависимостей величин $2p$, $s_{\bar{\omega}}$, s_{31} и q от $\bar{\omega}$ для неустойчивого судна показан на рис. 3.

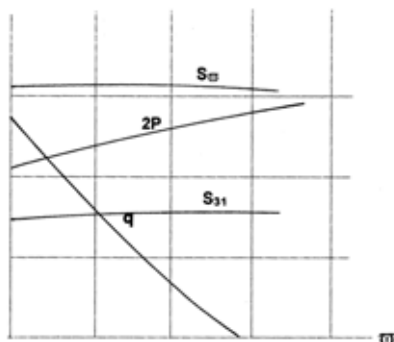


Рис. 3. Характер изменения величин $2p(\bar{\omega})$, $s_{\bar{\omega}}(\bar{\omega})$, $s_{31}(\bar{\omega})$, $q(\bar{\omega})$ для неустойчивого судна на курсе судна

Приведенные соображения позволяют ввести в исследование динамики неустойчивых на курсе судов принципиально новое нелинейное уравнение вида

$$\begin{aligned} d^2\bar{\omega}/d\tau^2 + 2p \cdot d\bar{\omega}/d\tau + q_0 \cdot \bar{\omega} + \\ + b \cdot |\bar{\omega}| \cdot \bar{\omega} = s_{\bar{\omega}} \cdot \delta - s_{31} \cdot d\delta/d\tau. \end{aligned} \quad (3)$$

Рассматривая неустойчивое судно как автономную динамическую систему и введя обозначения $x = \bar{\omega}$, $y = d\bar{\omega}/d\tau$, получаем для судна с рулем, переложеным на угол $\delta = \text{const}$:

$$\begin{cases} dy/d\tau = -2p \cdot y - q_0 \cdot x - b \cdot x \cdot |x| + s_{\bar{\omega}} \cdot \delta; \\ dx/d\tau = y. \end{cases} \quad (4)$$

Исключая из (4) время, как параметр, получим

$$dy/dx = (-qx - bx \cdot |x| + s_{31} \cdot \delta) / \theta - 2p \quad (5)$$

или

$$\frac{d\bar{\omega}}{d\bar{\omega}} = (q\bar{\omega} - b|\bar{\omega}|\bar{\omega} + s_{31}\delta) / \theta - 2p. \quad (6)$$

Вид решения (6) для неустойчивого судна ($q_0 < 0$) при постоянном угле перекладки руля $\delta = 0$ в координатах (x, y) т.е. в форме фазового портрета $(\bar{\omega}, \dot{\bar{\omega}})$, приведен на рис. 4.

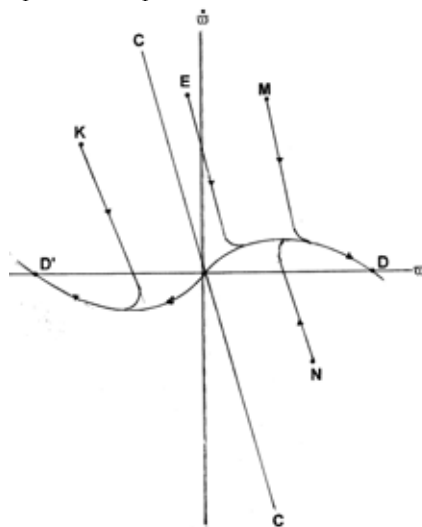


Рис. 4 Фазовый портрет $(\bar{\omega}, \dot{\bar{\omega}})$ движения неустойчивого судна при $\delta = 0$

На рис. 4 точки D, D' – установившиеся циркуляции судна с непереложеным рулем $\delta = 0$ на правый и левый борт, соответственно, (устойчивые узлы). Точки $K(\bar{\omega}_K, \bar{\omega}'_K)$, $E(\bar{\omega}_E, \bar{\omega}'_E)$, $N(\bar{\omega}_N, \bar{\omega}'_N)$, $M(\bar{\omega}_M, \bar{\omega}'_M)$ – изображающие точки, соответствующие начальным условиям движения $(\bar{\omega}, \bar{\omega}')$. Кривая, соединяющая точки DOD' – α – сепаратриса, разделяющая области притяжения изображающих точек, лежащих ниже и выше нее к точкам D и D' . Прямая CC' – ω – сепаратриса, разделяющая области притяжения изображающих точек, лежащих правее и левее нее к точкам D и D' . Точка O соответствует неустойчивому состоянию равновесия (седло). Углы наклона ω - и α -сепаратрис определяются корнями характеристического уравнения (5),

$$\lambda_1 = -p - \sqrt{p^2 - q} \text{ и } \lambda_2 = -p + \sqrt{p^2 - q} \text{ соответственно.}$$

На рис. 5 приведены фазовый портрет $(\bar{\omega}, \dot{\bar{\omega}})$ и диаграмма управляемости того же судна при угле перекладки руля $\delta = \text{const} > 0$.

Здесь прямая CC' – ω -сепаратриса, кривая QOM – α -сепаратриса, точки Q и M – установившиеся циркуляции судна с рулем, переложеным на угол $\delta = \text{const} > 0$ на правый борт. Точки L, K, P – изображающие точки с соответствующими начальными условиями. Точка N – неустойчивая циркуляция (седло).

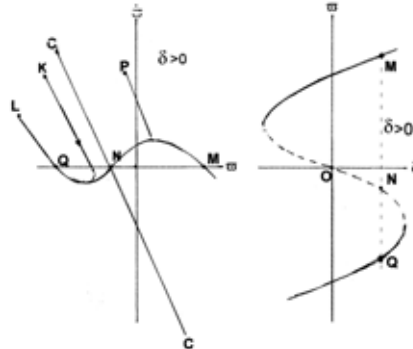


Рис. 5. Фазовый портрет $(\bar{\omega}, \dot{\bar{\omega}})$ и диаграмма управляемости неустойчивого судна при $\delta = \text{const} > 0$

На рис. 6 приведены фазовые портреты $(\bar{\omega}, \dot{\bar{\omega}})$ и диаграммы управляемости при ряде углов перекладки руля $\delta_1 > 0$, $\delta_2 > \delta_1 > 0$, $\delta_3 > 0$ и при критическом угле перекладки $\delta = \delta_{\text{кр}0} > 0$.

Здесь прямые C_1C_1 , C_2C_2 , C_3C_3 – ω -сепаратрисы фазовых портретов $\delta_1 > 0$, $\delta_2 > 0$, $\delta_3 > 0$, соответственно. Кривые $A'A$, $B'B$, $D'D$ – α -сепаратрисы углов перекладки руля $\delta_1 > 0$, $\delta_2 > 0$, $\delta_3 > 0$ и $\delta_{\text{кр}0} > 0$, соответственно. Точки A, A', B, B', D, D' – устойчивые установившиеся циркуляции судна при тех же углах перекладки руля (устойчивые узлы). Точки K, L, N – неустойчивые циркуляции судна (седла). Точка E' – точка бифуркации процесса.

Рассмотрим процесс одерживания судна, зарыскнувшего на левый борт с начальными условиями $\bar{\omega}'_p > 0$, $\bar{\omega}'_p < 0$ (изображающая точка P). При руле, положенном на угол $\delta = \delta_1$ судно пройдет до α -сепаратрисы $A'A$ и уйдет на левый борт в точку A' , т.е. не будет одержано. При руле, положенном на угол $\delta = \delta_2$ судно пройдет до α -сепаратрисы $B'B$ и уйдет на левый борт в точку B' , т.е. также не будет одержано. При руле же, положенном на угол $\delta_{\text{кр}0}$, т.е. на предельный угол обратной поворотливости, судно пройдет до α -сепаратрисы $D'D$ и естественным образом уйдет на правый борт в точку D , т.е. будет одержано. Но, как очевидно, этого же эффекта можно достигнуть, и переложив руль на угол, меньший критического $\delta_3 < \delta_{\text{кр}0}$.

Таким образом, чтобы одержать судно, зарыскнувшее на левый борт до условий $\bar{\omega}'_p > 0$, $\bar{\omega}'_p < 0$, нет необходимости перекладывать руль на угол $\delta \geq \delta_{\text{кр}0}$, достаточно переложить его на угол δ , седло ω -сепаратрисы (точка N) которого лежит левее ω -сепаратрисы, проходящей через точку $P(\bar{\omega}'_p > 0, \bar{\omega}'_p < 0)$.

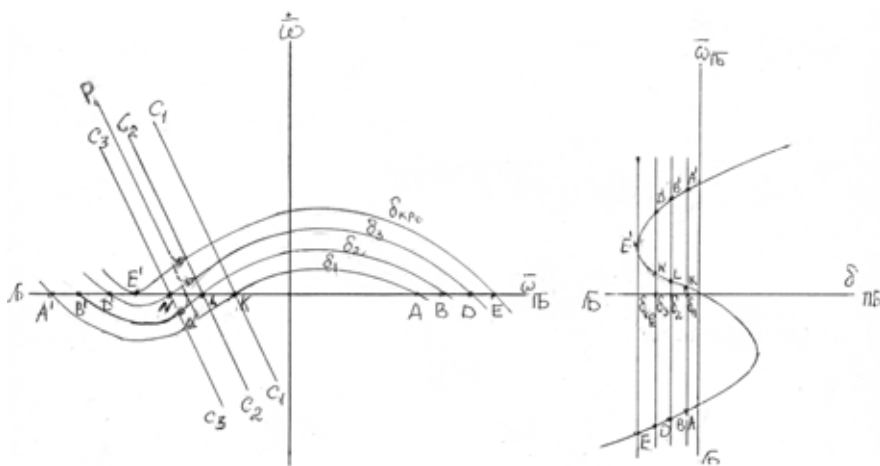


Рис. 6. Фазовые портреты $(\bar{\omega}, \dot{\bar{\omega}})$ и диаграммы управляемости неустойчивого судна при $\delta_1 > 0, \delta_2 > \delta_1 > 0, \delta_3 > 0$ и $\delta_{кр0} > 0$

Аналогично сказанному, чтобы одержать судно, зарыскнувшее на правый борт, нет необходимости переключать руль на угол $\delta \leq \delta_{кр0}$, достаточно переложить его на угол δ , седло ω -сепаратрисы которого лежит правее ω -сепаратрисы, проходящей через точку с начальными условиями $\bar{\omega}', \dot{\bar{\omega}}'$ зарыскивания судна.

Проблема определения минимального угла переключения руля δ_{min} , необходимого для одерживания зарыскнувшего неустойчивого судна, может быть решена путем построения диаграммы минимальных углов переключения руля, необходимых для одерживания зарыскнувшего неустойчивого на курсе судна. Такая диаграмма представляет собой систему ω -сепаратрис, построенную в пределах $\pm \delta_{кр0}$ в системе координат $\bar{\omega}, \dot{\bar{\omega}}$. Вид диаграммы приведен на рис. 7.

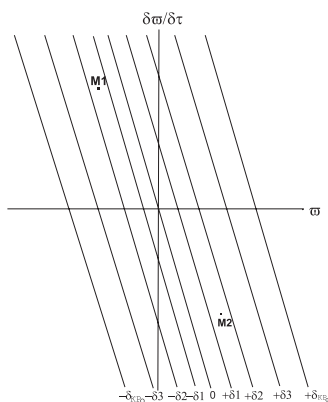


Рис. 7. Диаграмма минимальных углов переключения руля δ_{min} , необходимых для одерживания зарыскнувшего неустойчивого судна

На рис. 7 прямые $\pm \delta_1, \pm \delta_2, \pm \delta_3, \pm \delta_{кр0}$ – ω -сепаратрисы соответствующих углов переключения руля, точка $M1(\bar{\omega}_{M1}, \dot{\bar{\omega}}_{M1})$ – точка, изображающая

начальные условия зарыскивания судна на левый борт, точка $M2(\bar{\omega}_{M2}, \dot{\bar{\omega}}_{M2})$ – точка, изображающая начальные условия зарыскивания судна на правый борт. Очевидно, что зарыскивание судна на левый борт (точка $M1$) может быть одержано углом переключения руля на угол $-\delta_2$, а на правый борт – углом переключения руля на угол $+\delta_2$.

Перевод изображающей точки $M1(\bar{\omega}'_{M1}, \dot{\bar{\omega}}'_{M1}, \delta_{M1})$ или $M2(\bar{\omega}'_{M2}, \dot{\bar{\omega}}'_{M2}, \delta_{M2})$, лежащей на проходящей через нее ω -сепаратрисе в ω -сепаратрису и затем в α -сепаратрису, обеспечивающие одерживание зарыскивающего судна, физически представляет собой не что иное, как мгновенную переключку руля. В действительности переключку руля на необходимый для одерживания угол $\Delta \delta$ производится за конечное время $\Delta t = \Delta \delta / \dot{\delta}$. В то же время зарыскивание судна возникает обычно при $\delta = 0$, а вся ширина петли неустойчивости $|\pm 2\delta_{кр0}|$, внутри которой должна производиться переключку руля для одерживания зарыскнувшего судна, как правило, не превосходит величины 10° . В этом случае при переключке руля для одерживания $\Delta \delta < \delta_{кр0}$ величиной Δt , и соответствующим изменением момента можно пренебречь.

Построение диаграммы минимальных углов переключения руля для рассматриваемого судна можно выполнить, если иметь в виду, что все ω -сепаратрисы параллельны друг другу, имеют угловой коэффициент

$$k = -p - \sqrt{p^2 - q} \quad \text{и пересекают ось } \bar{\omega} \quad \text{в точках } \bar{\omega} = \pm \frac{q + \sqrt{q^2 - 4b \cdot s_{\bar{\omega}} |\delta|}}{2b}, \quad \text{где}$$

знак («плюс») относится к области $\delta \geq 0$, а знак («минус») – к области $\delta \leq 0$. Все необходимые для построения диа-

граммы минимальных углов переключения конкретного судна (величины $p, q, b, s_{\bar{\omega}}$ могут быть получены с помощью [3]). Полученную диаграмму минимальных углов переключения целесообразно размещать в «Таблице маневренных характеристик судна», обязательной к помещению в рубку судна в соответствии с Резолюцией ИМО и Правилами Российского Морского Регистра судоходства.

Диаграмма минимальных углов переключения руля при наличии на судне датчиков угловой скорости и углового ускорения может быть использована как при ручном управлении судном, так и в качестве базы для авторулевого, обеспечивающего судну минимальное рыскание, уменьшение потери скорости и экономичный режим работы рулевого привода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Получено и исследовано принципиально новое нелинейное уравнение, описывающее динамику неустойчивого на курсе судна в произвольном диапазоне углов переключения руля.

2. Установлено, что одерживание зарыскнувшего неустойчивого на курсе судна может быть осуществлено с помощью переключения руля на угол δ на борт, противоположный зарыскиванию и меньший по абсолютной величине, чем предельный угол обратной поворотливости $\delta_{кр0}$.

3. Предложена форма представления диаграммы минимальных углов переключения руля, которая может быть использована как при ручном управлении судном, так и в качестве базы для программы авторулевого, обеспечивающего данному судну минимальное рыскание, уменьшение потери скорости и экономичный режим работы рулевого привода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андронов А.А., Леонтович Е.А., Гордон И.И., Майер А.Г. Качественная теория динамических систем второго порядка. – М.: Наука, 1966
2. Баутин Н.Н., Леонтович Е.А. Методы и приемы качественного исследования динамических систем на плоскости. – М.: Наука, 1990.
3. Гофман А.Д. Движительно-рулевой комплекс и маневрирование судна. – СПб.: Судостроение, 1988.
4. Он же. Динамика корабля. Курс лекций. – СПб.: Изд. СПбГУВК, 2008.
5. Российский Речной Регистр. Правила. ПСВП, разд. 15 «Маневренность». – М., 2008. ■

При движении судов образуются разбитый пограничный слой и различные вихревые структуры, которые, попадая на движитель судна, могут привести к значительным периодическим силам. Эти силы, возникающие на движителе судна, приводят к вибрации кормовой оконечности, усталостным разрушениям подшипников и валов. Одной из основных причин возникновения периодических сил и моментов на движителях является неравномерность по окружной координате натекающего на них потока. Характер окружной неоднородности поля скоростей в плоскости движителя определяется формой корпуса, геометрией и формой расположения различных выступающих частей (ВЧ): стабилизаторов, рулей, водозаборных и водотливных устройств, т. е. поле скоростей в плоскости движителя полностью определяется архитектурой корабля. Учитывая большое разнообразие различных факторов и их сочетаний, экспериментальный поиск оптимального варианта как отдельной ВЧ, так и облика судна в целом, возможно было вести только в условиях аэродинамической и гидротрубы.

Все вихри, приходящие в плоскость движителя судна от ВЧ, можно подразделить на два типа: концевой вихрь, срывающийся с верхней части выступающего устройства, и подпорный подковообразный вихрь, образующийся в месте стыковки корпуса и ВЧ судна, он является наиболее интенсивной и долгоживущей вихревой структурой.

Цель работы – выявить картину образования подпорного вихря на крыловых профилях, расположенных на плоскости, как одного из главных факторов, вызывающих неоднородность потока в плоскости движителя, пользуясь методами визуализации в гидротрубе.

Описание эксперимента. В качестве модели использовались симметричные крыловые профили, расположенные на стенке, с разными относительными максимальными толщинами $\bar{b} = b/L$. Профиль №1 – максимальная толщина $b = 48$ мм, относительная толщина $\bar{b} = 0.38$; профиль №2 – максимальная толщина $b = 30$ мм, относительная толщина $\bar{b} = 0.32$; профиль №3 – максимальная толщина $b = 20$ мм, относительная толщина $\bar{b} = 0.26$. Визуализация течения около профилей проводилась в вертикальной гидротрубе ЦНИИ им. А. Н. Крылова, поперечное сечение рабочего участка – 0.15×0.15 м, методом красок и водородных пузырьков, при числах Рейнольдса набегающего потока $Re = 600; 1200; 2400$. Краска подавалась через отверстия диаметром 3 мм, расположенные в стенке, в плоскости симметрии модели. На этой же стенке крепилась модель. Картины течения при каждом режиме фотографировались на цифровую камеру.

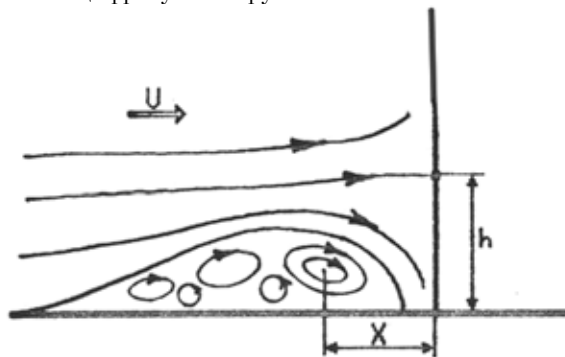


Рис. 1. Схема подпорного вихря

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОТОКА ВБЛИЗИ КРЫЛА, РАСПОЛОЖЕННОГО В ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ ПЛАСТИНЫ

А. С. Гузев, ст. науч. сотрудник,
С. Ю. Соловьев, инженер, ФГУП «ЦНИИ им. А. Н. Крылова»,
контакт. тел. 8 906 251 2310

На рис. 1 изображена схематичная картина образования подпорного вихря, где X – отстояние центра первичного вихря от профиля, h – координата критической точки на крыле. При некоторых режимах можно наблюдать образование вторичных вихрей, но это явление мало изучено, так как существуют большие трудности для его визуализации. Предстояло определить изменение отстояния первичного подковообразного вихря от модели в зависимости от скорости набегающего потока.

Результаты эксперимента. На рис. 2 изображена визуализация подпорного вихря методом красок на профиле №1; на рис. 3 – визуализация методом водородных пузырьков на профиле №2.

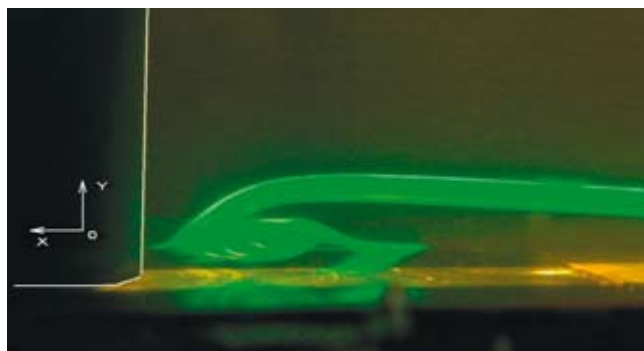


Рис. 2. Подпорный вихрь на профиле №1,
 $Re = 600$, $\bar{b} = 0.38$ (плоскость XY)

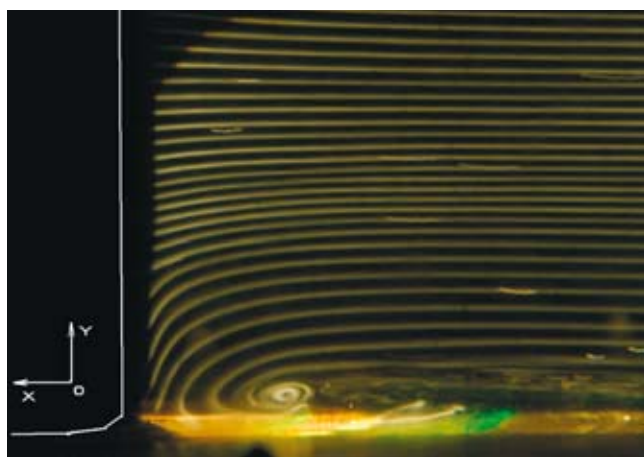


Рис. 3. Подпорный вихрь на профиле №2,
 $Re = 2400$, $\bar{b} = 0.32$ (плоскость XY)

После статистической обработки снимков удалось получить зависимость отстояния центра вихря от скорости набегающего потока для профилей №1–3. Из графиков видно, что при уменьшении толщины профиля $\bar{b}$ вихрь приближается к нему. При увеличении скорости он также приближается к профилю (рис. 4).

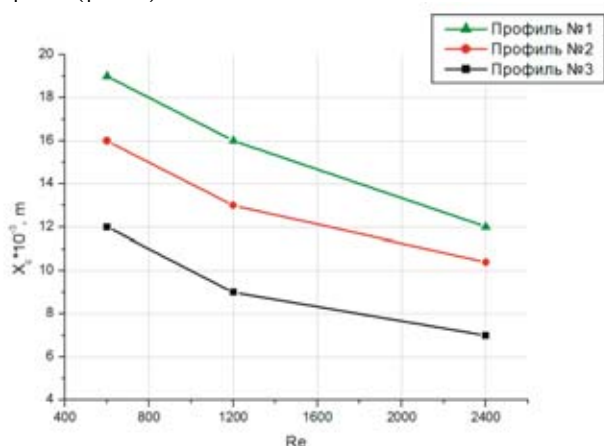


Рис. 4. Зависимость отстояния центра вихря от модели от чисел Re , для профилей №1 при $\bar{b} = 0.38$, №2 при $\bar{b} = 0.32$, №3 при $\bar{b} = 0.26$

На рис. 5 показана характерная картина образования подпорного подковообразного вихря. Видно, что вихрь вобрал в себя все струйку краски и, не размываясь, распространяется еще далеко за моделью. Эта вихревая структура, образуясь на рубке подводного аппарата, характеризуется интенсивностью и долгим сроком жизни, что позволяет ей оказывать существенное влияние на поле скоростей в ДГВ и в следе за кормовой оконечностью.

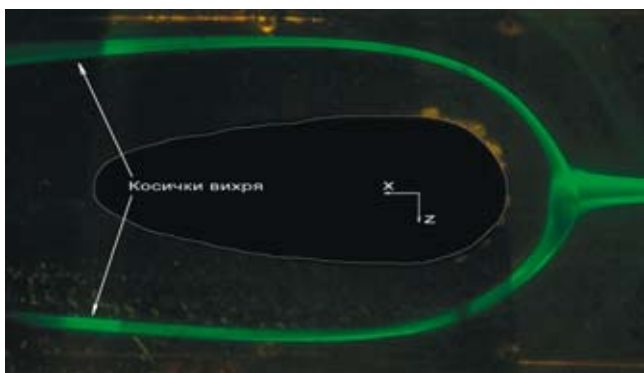


Рис. 5. Подпорный вихрь на профиле №1, $\bar{b} = 0.38$, $Re = 1200$ (плоскость XZ)

На рис. 6 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. Расстояния между косичками подпорного подковообразного вихря – важный параметр, так как при достаточно широком расположении косичек они вообще могут не попасть в ДГВ.

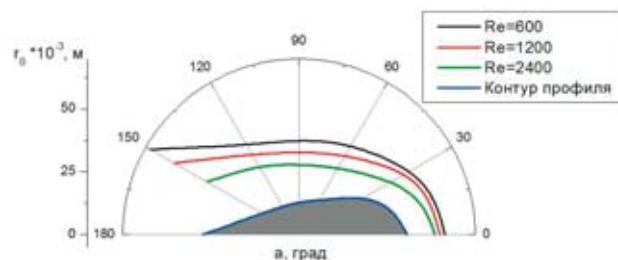


Рис. 6. Зависимость расположения оси вихря от числа Re набегающего потока, профиль №2, $\bar{b} = 0.32$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного экспериментального исследования получены следующие результаты:

Определено отстояние первичного подпорного подковообразного вихря от критической точки модели крыла, стоящего на плоскости для трех чисел Re набегающего потока и относительных толщин профилей $\bar{b} = 0.38; 0.32; 0.26$. При увеличении скорости вихрь прижимается к модели, при увеличении относительной толщины вихрь удаляется от модели.

Выявлена зависимость положения подпорного вихря вблизи модели крыла, стоящего на плоскости, от числа Рейнольдса набегающего потока и относительной максимальной толщины профиля поперечного сечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Войткунский Я. И. Справочник по теории корабля. – Т. 1 – Л.: Судостроение, 1985. – 495 с.
2. Краснов Н. Ф. Аэродинамика. – Ч. 1: Основы теории. Аэродинамика профиля и крыла. – М.: Высшая школа, 1980. – 495 с.
3. Пономарев А.В., Гусев А.С., Тюшкевич В.А. Методы визуализации обтекания тел в судостроительном эксперименте. ЦНИИ «Румб». – Л.: 1987. – 180 с.
4. Гусев А.С. Визуализация пространственного распределения скоростей вблизи вихревых нитей // Изв. СО РАН: Сибирский физико-технический журнал. – 1993. – №1. – С. 138–141. ■

Рецензент:

А. И. Короткин, д-р техн. наук, проф.

В настоящее время при организации учебного процесса большое внимание уделяется применению компьютерных средств обучения. В США в 1998 г. был начат проект министерства обороны Department of Defence (Dod), который сегодня реализован в виде стандарта разработки электронных курсов и систем обучения Scorm 2004 (Sharable Content Object Reference model).

Автоматизированная система обучения (АСО) – это набор информационных, программных и технических средств, предназначенный для автоматизированной обработки и настройки компонент виртуальной среды для обучения и интерактивного взаимодействия участников образовательного процесса [1]. АСО включает в себя преподавателя, обучаемых, комплекс учебно-методических и дидактических материалов, автоматизированную систему обработки данных; предназначена для поддержки процесса обучения с целью повышения его эффективности.

Таким образом, при реализации АСО необходимо совместить ряд требований, среди которых можно выделить наиболее существенные с точки зрения авторов:

- построение иерархической структуры системы, обеспечивающей возможность ее использования по любым, например техническим дисциплинам, и наращивание вновь разработанными элементами;
- введение понятия объекта как элементарной единицы АСО с предъявлением к нему требований (критериев), как к программному обеспечению, которые гарантируют его интеграцию в структуру АСО; эти требования можно ввести по образцу и подобию SCORM 2004;
- сертификация программного обеспечения и учебных объектов;
- разработка вспомогательного программного обеспечения для организации учебного процесса:
 - ▶ регистрация групп обучаемых, списка преподавателей, перечня аудиторий для проведения занятий, время проведения занятий;
 - ▶ текущий контроль успеваемости обучаемых (текущее тестирование) с созданием формуляра обучаемого;
 - ▶ входной и выходной контроль знаний обучаемого и т. п.

В научно-исследовательской лаборатории динамики судовых комплексов была разработана АСО по заказу ОАО «ЦКБ МТ «Рубин», предназначенная для теоретического и практического освоения корабельными специалистами принципов построения и безаварийной эксплуатации, а также обслуживания комплекса специального оборудования.

Условно АСО была разбита на следующие составные части: аппаратную и программную.

Предполагалось, что в состав аппаратной части (рис.1) входят не менее четырех автоматизированных мест обучаемых (АРМО) и пульт руководителя обучения (ПРО), соединенные в локальную вычислительную сеть. Ограничения по числу

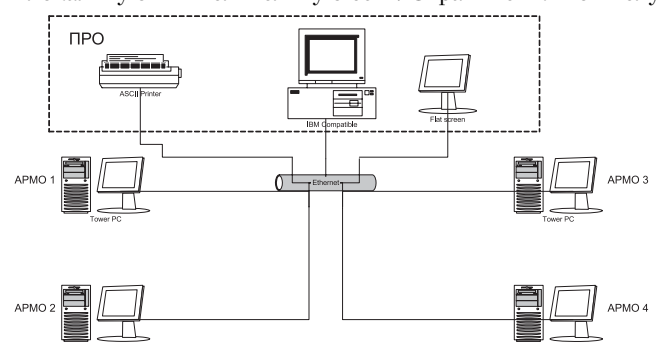


Рис. 1. Состав аппаратной части АСО

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ (ЭЛЕКТРОННОЕ ОБУЧЕНИЕ)

А.Е.Лещина, гл. конструктор по тренажерам ОАО «ЦКБ МТ «Рубин»,
В.Г.Михлин, доцент СПбГМТУ,
А.В.Смольников, проректор СПбГМТУ,
 контакт. тел. (812) 7141321

АРМО определяются только производительностью сервера и сети; в настоящее время при опытной эксплуатации оно доходило до 15 АРМО.

Программная часть – комплекс программных средств, предназначенный для обучения пользователей.

В разработанном варианте АСО была реализована следующая структура обучающей системы (рис.2), состоящая из



Рис. 2. Структурная схема обучающей системы

обеспечения [2]: организационно-методического; информационного; комплекса программного обеспечения.

Организационно-методическое обеспечение включает в себя: программу обучения; методические указания; распределение учебного времени по разделам и темам обучения; содержание тем и разделов.

В частности, разработанная АСО предназначена для решения следующих основных задач [3]:

- представление в электронном виде (визуализация) конструкции узлов и механизмов комплекса, устройств пневмогидравлических систем автоматизации, систем технического обслуживания с описанием и демонстрацией их принципов действия;
- информационная поддержка обучаемого и преподавателя при изучении устройства комплекса;
- проведение лекционных, практических и самостоятельных работ при организации учебного процесса;
- формирование задания руководителем обучения для индивидуальных и групповых занятий с возможностью оценки уровня знаний обучаемого на каждом этапе подготовки с возможностью возвращения к предыдущим этапам учебного мероприятия;
- контроль временных границ обучения;
- контроль и оценка знаний обучаемых с возможностью изменения критериев контроля знаний;
- документирование успеваемости;
- аттестация обучаемого.

Информационное обеспечение представляет собой набор баз данных, предназначенных для формирования учебного мероприятия (УМ). Под учебным мероприятием в рамках данной статьи понимается либо лекция, либо практическое занятие, либо самостоятельная подготовка.

База данных шаблонов формируется на стадии подготовки АСО к работе по конкретной программе обучения. На этой стадии с учетом распределения учебного времени по разделам и темам, а также объема информации, необходимой для усвоения каждого вопроса программы обучения, разрабатываются перечни иллюстрационных материалов и текстового сопровождения, т.е. готовится база данных базовых элементов обучения. После окончания создания этой базы, используя ее как элементы учебного мероприятия, разрабатываются типовые шаблоны учебных мероприятий под данную программу обучения: базовые лекции, практические и самостоятельные занятия.

База данных мест обучения содержит информацию:

- о месте обучения – список аудиторий;
- о преподавателях: списки преподавателей, их звания, степени и
- о категории обучаемых: студент дневного или вечернего обучения, бакалавр, магистр, аспирант и т. п.

База данных групп содержит следующие данные об обучаемых: список обучаемой группы; список подгрупп (если это необходимо); список учебных мероприятий, сформированный преподавателем для данной группы и информацию о проведенных учебных мероприятиях. Для каждой группы обучаемых создается своя база данных групп.

База данных элементов обучения предназначена для формирования того или иного учебного мероприятия. Условно она разделена на три самостоятельных базы: описательной текстовой; статических изображений; динамических изображений и интерактивных изображений. В разработанном варианте АСО информация может быть представлена в следующем виде:

- плоских изображений, как статических, так и интерактивных, с выделением цветом отдельных элементов;
- трехмерных моделей отдельных узлов и приборов системы, с возможностью просмотра внутреннего устройства в разрезах, выделением цветом отдельных деталей, сборкой и разборкой узла (прибора);
- анимационных клипов, с подробным описанием действия каждого элемента изучаемой системы в динамике;
- текстовое описание отдельных элементов изучаемой системы с применением возможностей гипертекста.

При формировании учебного мероприятия преподаватель разбивает необходимый для изучения материал на кадры, каждый из которых может содержать графическое изображение, например, интерактивную трехмерную модель изучаемого узла с соответствующим одним или несколькими текстовыми файлами (или без них, если это лекция). В качестве кадра может быть использован анимационный клип (если лекция, то без звукового сопровождения) (рис. 3).

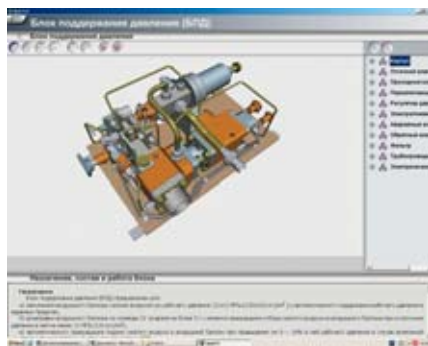


Рис. 3. Образец кадра, содержащего графическое изображение

Комплекс программного обеспечения состоит из трех составляющих: редактора информационных баз данных; рабочего места руководителя обучения (ПРО); автоматизированного рабочего места обучаемого.

Редактор информационных баз данных предназначен для создания и редактирования всех типов информационных баз данных, используемых в АСО. С его помощью осуществляется формирование информационных баз данных, их редактирование,

создание и редактирование учебных мероприятий. В этом же редакторе к сформированному учебному мероприятию добавляются кадры контроля знаний обучаемого, которые позволяют в автоматическом режиме тестировать обучаемого по изучаемому вопросу (разделу). Например, редактор информационных баз данных при формировании кадра контроля знаний позволяет:

- произвести навигацию по списку вопросов, их удаление и добавление (панель инструментов редактора);
- редактировать основные свойства вопроса: форму ответа на вопрос; уровень сложности вопроса; время, отводимое на ответ; ограничитель максимального времени ответа; время, необходимое профессионалу для ответа на вопрос; текст вопроса (для управления предусмотрен текстовый редактор);
- определить параметры ответа, такие как форма ответа на вопрос.

Рабочее место (пульт) руководителя обучения (ПРО) обеспечивает управление подготовкой и проведением учебного мероприятия. Основные задачи, решаемые с ПРО:

- подготовка учебных мероприятий и их регистрация в системе (с помощью редактора информационных баз данных);
- организация входного, текущего и выходного контроля знаний обучаемых (при необходимости) с помощью применения кадров контроля знаний;
- обеспечение авторизации преподавателя и обучаемых перед проведением учебного мероприятия;
- непосредственно проведение учебного(ых) мероприятия(й) с контролем работы обучаемых, возможностью обмена информацией с каждым из обучаемых (система сообщений) и информационной поддержкой преподавателя (развернутый план занятия или предоставления доступа преподавателем с ПРО к информационным кадрам обучения данного учебного мероприятия);
- регистрация результатов обучения и автоматическое оформление формуляра обучаемого.

Функции ПРО могут быть адаптированы применительно к конкретной программе обучения.

Автоматизированное рабочее место (АРМО) обеспечивает проведения учебного мероприятия для конкретного обучаемого, демонстрацию заданного преподавателем материала, контроль знаний обучаемого по заданию преподавателя, взаимодействие преподавателя и обучаемого. Перед началом учебного мероприятия АРМО регистрирует в системе конкретного обучаемого путем ввода им идентификационного номера и пароля.

Особенность предложенной АСО – ее универсальность, т. е. возможность применения для любых (практически) предметов путем изменения информационного обеспечения, требования к которому зависят только от оформления баз данных, в частности, на поддерживаемое расширение файлов. Кроме того, дополнительно необходимо оговорить требования к текстовым файлам и графическим изображениям при использовании эффекта интерактивности.

В заключение необходимо отметить, что внедрению такой автоматизированной системы обучения должен предшествовать этап опытной эксплуатации с последующей корректировкой. При разработке структуры АСО и ее программной реализации было заложено требование на открытость системы, т. е. возможность ее расширения и дополнения.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.info.mesi.ru/program/glossary00.html>.
2. Руководство пользователя «Автоматизированная система обучения «АСО-Т77». – СПб.: НИЛ ДСК СПбГМТУ, 2009.
3. Технические условия № 50 7110 2 – 02066380–2009: Автоматизированная система обучения «АСО-Т77». ■

Рецензенты:

С.А. Стажков, д-р техн. наук, проф. Балтийского государственного технического университета («Военмех»),
Н.А. Федоров, зам. главного конструктора ГГК-Э ОАО «ЦКБ МТ «Рубин»

Последние годы во всем мире уделяется большое внимание использованию возобновляемых источников энергии, в частности ветра, и в настоящее время доля ветровых электростанций (ВЭС) составляет в энергобалансе Европейского сообщества 5,4%. К 2020 г. планируется довести этот показатель до 20% в связи с загрязнением внешней среды и снижением запасов углеводородов Северного моря. При этом стоимость выработки энергии возрастет на 20%.

Потенциал ВЭС в России оценивается в 8,6 ГВт, проектом энергостратегии намечено увеличить мощность ВЭС с 12 МВт в 2007 г. до 7 ГВт в 2020 г.

На морские ветровые электростанции (МВЭС) пока приходится очень небольшая доля энергии, вырабатываемой на ВЭС (на начало 2007 г. – 1,5%), но, по прогнозам, к 2011 г. вырастет по абсолютной величине в 9 раз (7,6 ГВт) и составит уже 8% мирового производства ВЭС.

В ряде стран имеются стационарные МВЭС (фермы, парки), состоящие из нескольких десятков ветровых турбин (ВТ) мощностью по 3–5 МВт, обладающие следующими достоинствами по сравнению с береговыми:

- отсутствием воздействия шума, особенно в инфразвуковой части спектра на человека и животных;
- отсутствием затрат на приобретение большой территории;
- меньшим влиянием на ландшафт;
- увеличением скорости ветра (по некоторым данным до 50%) и постоянное его наличие при удалении от берега;
- уменьшением износа ВТ.

Кроме того, МВЭС может быть убежищем для терпящих бедствие в море, поэтому в их опорах предусматривают помещения для людей и небольшие запасы продуктов.

К недостаткам МВЭС следует отнести увеличение затрат на строительство и эксплуатацию, помехи движению судов, возможное воздействие на морские экосистемы (хищных птиц и летучих мышей), затраты на подводный кабель и морские операции по транспортировке и монтажу (в некоторых странах МВЭС разрешают устанавливать в 40 км от берега и лишь в Дании – в 12 км от берега).

В Японии и Норвегии предложили устанавливать на больших глубинах (более 50 м) плавучие МВЭС с натяжными связями; в Японии выполнены исследования самоходных МВЭС, а в Норвегии и Германии классификационные общества разработали Правила проектирования этих электростанций.

Первая в мире плавучая МВЭС «Hvind» мощностью 2,3 кВт установлена

ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОРСКИХ ВЕТРОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В ОХОТСКОМ МОРЕ

М.С. Труб, главный конструктор,
Н.А. Вальдман, канд. техн. наук, начальник сектора,
А.Б. Карташев, ведущий инженер, ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова»,
контакт. тел. (812) 7236970

в сентябре 2009 г. в Северном море на глубине 120 м в 10 км от норвежского о. Кармей.

В работе [1] прогнозируется, что издержки на производство электроэнергии МВЭС снизятся с 6–12 до 4–6 €/кВт·ч при уменьшении инвестиционных затрат с 1200–1850 €/кВт в 2001 г. до 970–1300 €/кВт в 2020 г. (в зависимости от природных условий, нормы прибыли и срока службы).

По отчетным данным датской МВЭС мощностью 20 × 2 МВт, установленной на глубине 3–6 м, в 2002 г. стоимость электроэнергии составила 4,6 €/кВт·ч [2], а по расчетам специалистов США в 2006 г. – 5,5 €/кВт·ч [3]. По оценке других зарубежных специалистов [4], стоимость 1 кВт стационарных МВЭС составляет 1650–2200 евро, а издержки на производство электроэнергии – 3–6 €/кВт·ч, тогда как на береговой угольной электростанции 2–15 €/кВт·ч.

По канадским данным [5], за 2003–2005 гг. удельная стоимость МВЭС выросла на 48%, а береговых ВЭС – на 74%, составив 2230 и 1380 €/кВт соответственно. Удельная стоимость МВЭС «Hvind» – 20 000 евро, видимо, из-за большого объема научно-исследовательских работ и морских операций, значительной глубины и нетрадиционной конструкции (Spar).

Настоящая работа выполнена в рамках темы «Аванпроект», финансируемой Минпромторгом РФ по Федеральной целевой программе «Национальная технологическая база» на 2007–2011 гг. Цель исследования – выявить основные параметры, архитектурно-конструктивный тип, размерения и особенности строительства МВЭС в России, а также сравнить экономические показатели МВЭС различного типа.

ИСХОДНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ

Выбранное место установки – залив Простор в 3 км от о. Итуруп в Охотском море на глубине 50 м с передачей электроэнергии по подводному кабелю в сеть поселка Рейдово, характеризующийся довольно устойчивыми сильными ветрами [6]. Использована ВТ типа RE 5М фирмы «Repower Systems» в морском исполнении, параметры которой приведены в табл. 1.

Сооружение такой ВТ на суше в Германии занимает несколько дней при работе бригады из 20 человек. Очевидно, что установка ВТ в море с учетом «окон» погоды займет более длительное время.

Для установки МВЭС необходимы специальные монтажные суда со стабилизирующими колоннами, очень высокими кранами (как стрелы грузоподъемностью 100 т размещаются на высоте более 80 м от уровня воды) и помещениями для бригады монтажников (15 человек). Для ремонта и обслуживания турбины используют вертолеты.

В целях сокращения объема морских операций представляется целесообразным осуществлять сборку (постройку) МВЭС на судостроительном заводе (верфи). В качестве такой верфи может быть использован сухой док в порту Восточный, в котором можно строить сооружения больших размеров как из железобетона, так и из стали.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Рассмотрены четыре варианта электростанций мощностью 15 (5×3) МВт:

- 1) железобетонная стационарная ветровая (рис. 1);
- 2) плавучая ветровая на мертвых якорях (рис. 2);

Таблица 1
Параметры ВТ типа RE 5M

Параметр и размерность	Величина
Мощность, МВт	5
Скорость ветра, м/с:	
– минимальная	3,5
– при полной мощности	13,0
– максимальная	30,0 (25,0)***
Диаметр ротора, м	126
Число оборотов лопастей в мин	6,9–12,1*
Материал лопасти	Стекло-пластик
Вес лопасти, т	18
Напряжение двух асинхронных шестиполусных генераторов, В:	
– на входе	660
– на выходе	950
Число оборотов генераторов в мин	670–1170*
Передаточное число редуктора**	~ 97
Диаметр мачты, м	5,5–6
Толщина стенки мачты, мм	47
Предел текучести стали, МПа [7]	700
Высота оси гондолы над водой, м	90 (117)***
Количество соединительных деталей четырех сегментов надводной части мачты	1100

* Допускается увеличение на 15%.

** Тип редуктора – четырехступенчатый с наружным зацеплением и гидравлическими тормозными колодками.

*** Для ВТ в береговом исполнении.

3) стационарная ветровая типа береговых (табл. 1);

4) плавучая стальная дизельная.

Основные параметры указанных сооружений приведены в табл. 2.

Главное внимание было обращено на вариант 2, для которого были выполнены расчеты остойчивости и проведены модельные испытания в мореходном бассейне полого равнобедренного треугольника [8]. Эти испытания позволили уменьшить высоту борта и понизить ось гондолы по

Таблица 2
Основные параметры электростанций

Параметр	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Длина длинной стороны, м	200	200	*	76
Длина одинаковых сторон, м	135	135	*	–
Высота борта/колонны, м	20 / 57	6	*	4,0
Ширина стороны/диаметр колонны, м	/ 15	10 /	*	20 /
Высота мачты, м	70	70	137	–
Вес корпуса, т	90000	1360	10200	773**
Вес мачт, т	1400	1400	2700	–
Вес якорей и цепей, т	–	760	–	–

* Предусмотрены железобетонные фундаменты высотой по 3 м и диаметром по 23 м, а также по 40 бетонных свай длиной по 24 м и диаметром по 0,82 м.

** Водоизмещение порожнем 1874 т.

сравнению с рекомендациями фирмы-изготовителя по стационарным МВЭС.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

В табл. 3 приведена оценка капитальных затрат при следующих исходных данных:

- российские цены на материалы, комплектующие изделия и оборудование по состоянию на 1 кв. 2008 г., в частности, по железобетону – по данным [9], с учетом транспортно-заготовительных расходов и таможенной пошлины на импортное оборудование;
- транспортировка и установка полностью смонтированной МВЭС по варианту 1 осуществляется с помощью четырех судов типа «Нефтегаз» мощностью по 5 МВт, а по варианту 2 – трех буксиров мощностью по 2 МВт;
- транспортировка блоков каждой МВЭС по варианту 3 производится судном обеспечения типа MOSS828 за два рейса, а монтаж – краново-монтажным судном типа «Титан»;
- подготовка к транспортировке МВЭС выполняется за двое суток, установка МВЭС по вариантам 1 и 2 – в течение трех суток, а монтаж каждой МВЭС по варианту 3 – 15 суток;

- судно типа «Титан» мобилизуется из порта Сайгон, суда мощностью 2 и 5 МВт, а также MOSS 828 – из порта Находка;

- учтен обратный перегон судов.

В табл. 4 приведена оценка себестоимости электроэнергии и основных инвестиционных показателей при следующих исходных данных:

- годовые текущие расходы на обслуживание и эксплуатацию составляют долю от капитальных затрат;
- мировая цена реализации электроэнергии 20 €/кВт·ч;
- коэффициенты потерь при трансформации и передаче энергии 2 и 5% соответственно;
- эффективный годовой фонд времени 360 сут.

Исходя из представленных данных, лучшим по удельным капитальным затратам, себестоимости электроэнергии и основным инвестиционным показателям является вариант 2, имеющий приемлемые значения чистого дисконтированного дохода, внутренней нормы доходности и срока окупаемости.

Себестоимость электроэнергии этой МВЭС на 45% ниже, чем на дизельной плавучей электростанции (хотя удельные капитальные затраты в 2 раза больше) в связи с высокими расходами на



Рис. 1. Железобетонная стационарная ветровая электростанция мощностью 15 МВт

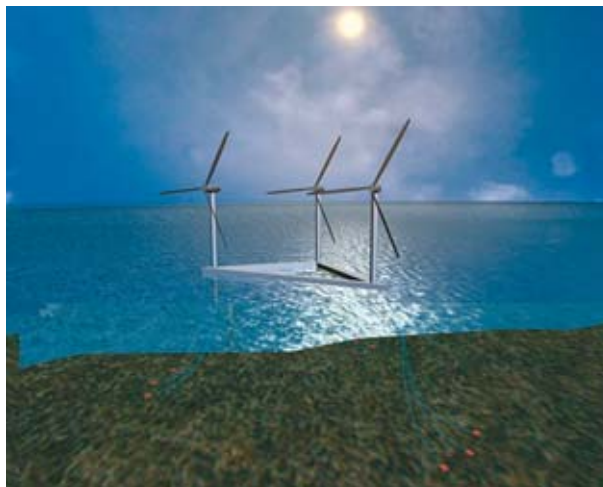


Рис. 2. Плавучая ветровая электростанция на мертвых якорях мощностью 15 МВт

Таблица 3

Оценки капитальных затрат на строительство, транспортировку и установку по вариантам МВЭС, млн.руб.

Показатель	Вариант		
	1	2	3
Корпус стальной		104	39
Корпус/фундаменты железобетонные	1507/–	–	–/162
Электростанции	554	554	554
Мачты стальные	125	125	243
Якоря	–	4	–
Якорные цепи	–	45	–
Запас на прочие материалы и непредвиденные работы (10%)	219	83	100
Себестоимость строительства	2405	915	1098
Прибыль (10%)	241	92	110
НДС (18%)	476	181	217
Всего	3122	1188	1425
Морские операции	75	26	222
Кабель	74	74	74
Проектирование (5%)	164	64	33
ИТОГО	3434	1352	1753

Таблица 4

Сравнение себестоимости электроэнергии и основных инвестиционных показателей по вариантам электростанций

Показатель	Вариант			
	1	2	3	4
Расчет себестоимости электроэнергии				
Капитальные затраты, млн. руб.	3434	1352	1753	657*
Удельные капитальные затраты, тыс.руб./кВт	229	90	117	44
Удельные капитальные затраты, €/кВт	6240	2460	3180	1190
Текущие расходы за 20 лет на обслуживание и эксплуатацию, млн. руб.	924	1047	925	7671
Налоги за 20 лет, млн. руб.	1102	1450	1470	514
Общие затраты за 20 лет, млн. руб.	5461	3849	4148	8842
Количество произведенной за 20 лет электроэнергии, ГВт-ч	1268	1221	1260	1946
Себестоимость произведенной электроэнергии, руб./кВт-ч	4,31	3,15	3,29	4,54
То же, €/кВт-ч	11,7	8,6	9,0	12,4
То же без учета налогов, €/кВт-ч	9,4	5,4	5,8	11,7
Основные инвестиционные показатели при реализации электроэнергии по мировым ценам				
Чистый доход, млн.руб.	752	2134	2026	693
Чистый дисконтированный доход (дисконт 10%), млн. руб.	–1551	116	–148	–75
Внутренняя норма доходности, %	1,9	11,3	8,6	8,1
Простой срок окупаемости, число лет	16	7	9	9
Дисконтированный срок окупаемости, число лет	–	15	–	–

* По специальной методике.

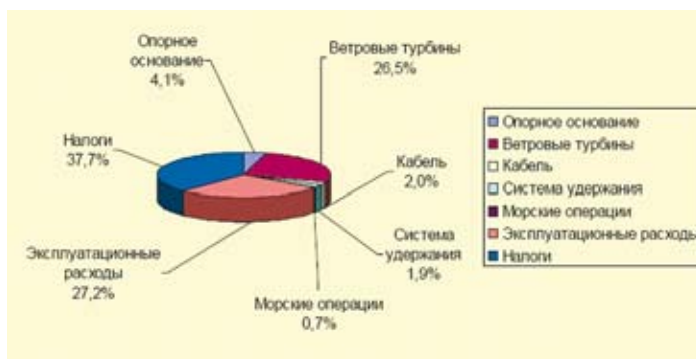


Рис. 3. Структура себестоимости произведенной электроэнергии для лучшего варианта МВЭС

топливо и его доставку. Кроме того, следует учесть экологические преимущества МВЭС в рассматриваемом регионе активного нереста и лова рыбы.

Вместе с тем себестоимость электроэнергии этой МВЭС (ее структура приведена на рис. 3) на 120% ниже тарифа на электроэнергию, отпускаемую Камчатскэнерго (5,81 руб./кВт-ч без НДС для населения в 2009 г.) [10].

В сравнении с зарубежными аналогами этот вариант по себестоимости электроэнергии находится в середине диапазона, а вот удельные затраты несколько больше из-за особенностей ценообразования в России, в частности на Дальнем Востоке, инфляции и существенного роста цен на сталь и оборудование за последние годы, а также большей глубины моря в месте установки МВЭС.

ВЫВОДЫ

1. Выполненное исследование показало близость оценок экономических показателей морских ветровых электростанций известным зарубежным данным, что свидетельствует о приемлемости примененной методики.

2. Лучшие экономические показатели имеет МВЭС на плавучей платформе, которые могут быть улучшены как за счет общеизвестных решений (увеличение серийности и мощности морских станций по сравнению с береговыми, снижение цены на сталь и подводные кабели, освоение монтажа турбин), так и путем применения солнечных батарей и подводных турбин, использующих силу течений.

3. Себестоимость электроэнергии, произведенной на ветровой электростанции, существенно ниже, чем на плавучей дизельной, и тарифов на электроэнергию в рассматриваемом регионе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Jungingen M., Faaij A., Turkenburg W. Cost Reduction Prospects for Offshore Wind Farm // Wind Engineering. – 2004. – Vol.28. – №1. – P. 97–118.
2. Elsinon C., Manwell J. and McGowan J. Offshore Wind Farm Layout Optimization (OWLO) Project: Preliminary Results // American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2006, p. 1–9.
3. Middelgrunden Wind Turbine Co-Operative Website, URL. – w.w.w. middelgrunden dk/MG_UK/economy/budget, htm [cited 2005].
4. Ciambertino F., Nitschke J., Kragelund N., Thiede J., Fusselbaugh M., Johst M., F. van de Velde. Engineering Insurance of Offshore Wind Turbines. – 39 IMIA Annual Conference, 12 сентября 2006 Boston.
5. Rihard M. Cost of Wind Power Turbines is Sky Rocketing.
6. Российский Морской Регистр судоходства: Справ. данные по режиму ветра и волнения Баренцева, Охотского и Каспийского морей. – СПб., 2003.
7. L cken M., Kern A., Schrikwer V. Stell Solutions for the construction of offshore wind energy plants. – Proceedings of the seventeenth (2007) JSOPE, p. 335–339.
8. Платонов В.Г., Труб М.С. Экспериментальное изучение поведения морской плавучей ветровой электростанции на интенсивном волнении. – Тр. ЦНИИ им.акад.А.Н.Крылова, 2009, вып. 48(332), с. 59–64.
9. Волков И.В. Выбор критерия оптимизации железобетонных судовых корпусов, – Тр. RAO-2009, 2009, т.2, с. 224–227. ■

Включение природных ресурсов в систему экономических отношений – сложная задача. Но, поскольку в ходе хозяйственной деятельности человек вынужден постоянно использовать эти ресурсы, возникает необходимость в их экономической оценке. Такую задачу неизбежно должна решать любая отрасль промышленности, в том числе и судостроение, для которого она актуальна, поскольку судостроительные предприятия, как правило, занимают большие площади, потребляют большое количество энергоресурсов, что ведет к значительному количеству вредных выбросов в окружающую среду.

Для эффективной работы этих предприятий, имеющих к тому же специфическое местоположение, необходимы доступные (как в экономическом, так и в географическом отношении) источники электроэнергии, огромные человеческие ресурсы, а также глубоководная акватория для спуска судов на воду. Отсутствие последнего сильнее всего сказывается на общих затратах производства и, как следствие, на цене продукции.

В качестве базовых методов оценки природных ресурсов можно выделить два метода, учитывающих различные аспекты понятия «природные ресурсы»: прямой нерыночной субъективной оценки ресурсов; оценки природных ресурсов по величине дифференциальной ренты.

В основе *первого метода* лежит установление размера платы, которую население, проживающее в определенной местности, согласно платить с целью сохранения какого-либо природного объекта или использования какого-либо природного ресурса.

В основе *второго метода* лежит оценка возможных издержек, связанных с расширением территории предприятия или изменением его местоположения.

Обычно под рентой понимается некоторый доход, который получает собственник природного ресурса, сдавая его в аренду или эксплуатируя самостоятельно. Величина этого дохода зависит от многих обстоятельств, среди которых главенствующую роль играют природные. Однако не менее важно правильно заключить договор с арендатором или, если владелец ресурса самостоятельно эксплуатирует его, выбрать технологию и т. д. Важно также знать конъюнктуру рынка, уметь пользоваться кредитом и другими финансовыми инструментами.

Чисто математически рентный доход равен разности между издержками и выручкой. Графическая интерпретация рентного дохода приведена на рис. 1, где Q – объем производства; $S_1 + S_2$ – выручка, которую получил владелец участка;

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ В СУДОСТРОЕНИИ

Е.А. Чихонадских, канд. техн. наук, СПбГМТУ,

И.В. Карышев, инженер,

Д.Ф. Спивак, инженер, ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова»,

контакт. тел. (812) 3279925

S_1 – затраты владельца участка; S_2 – рентный доход.

Понятно, что издержки на единицу произведенной продукции на различных участках будут различаться. Это связано в первую очередь с особенностями природных условий – владелец лучшего участка получает доход больше владельца худшего.

Таким образом, дифференциальную ренту можно определить как дополнительный доход, который получает предприниматель на данном источнике ресурсов бесплатно за счет лучших природно-экономических и транспортных условий его местоположения по сравнению с другими источниками с худшими свойствами. В общем случае дифференциальная рента

$$R_i = (P - Z_i) \times q_i$$

где R_i – дифференциальная рента, приносимая участком i ; P – цена едини-

цы продукции; Z_i – индивидуальные издержки по эксплуатации участка i ; q_i – объем производства продукции на участке i .

Дифференциальные ренты различаются на ренту I, образующуюся вследствие различий естественного плодородия земли, и ренту II, получаемую благодаря более высокой эффективности добавочных вложений в те же земельные участки, хотя она создается дополнительным приложением труда и капитала. Условием ее возникновения являются те же естественные свойства почвы, но более продуктивные в связи с повышением их экономического плодородия.

При оценке природных ресурсов необходимо учитывать следующее:

1) производительность (объем годовой добычи) потенциальных источников и индивидуальные цены единицы измерения ресурса по источникам; как правило, последние будут выше стоимости источников с худшими условиями добычи, так как затраты в таких случаях выше;

2) объем потребности в ресурсе потенциальных потребителей и максимальные цены, которые готовы платить эти потребители за единицу ресурса.

Построение кривых предложения и спроса позволит определить замыкающую (равновесную) цену и выявить замыкающий источник. Однако найденное таким образом решение будет нецелочисленным по источникам ресурса, хотя источники ресурса при определении уровня замыкающих затрат рассматриваются целиком, неделимо. В связи с этим необходимо упорядочить ряды данных о потенциальных источниках согласно индивидуальным ценам

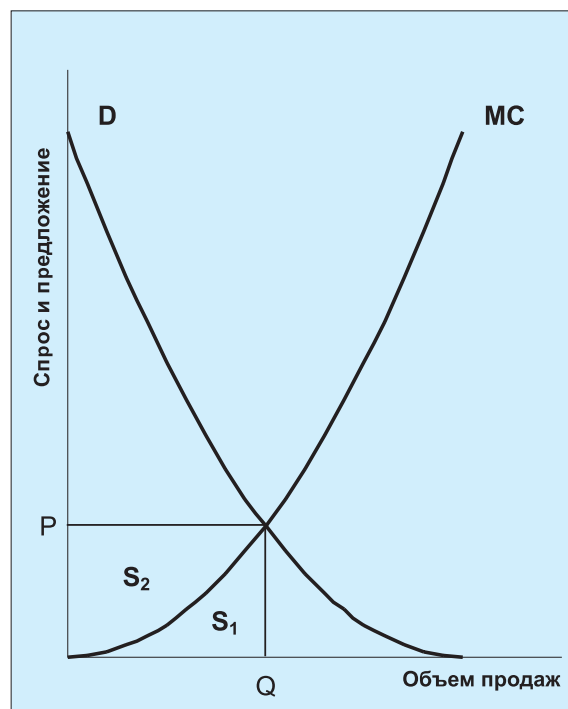


Рис. 1. Формирование на рынке равновесной цены и рентного дохода

единицы измерения ресурса, которые являются показателями индивидуальных затрат владельца ресурса, в порядке их возрастания, данные о потенциальных потребителях согласно граничным (максимальным) ценам, которые они готовы заплатить за единицу измерения ресурса в порядке их убывания рассчитать замыкающую цену и замыкающий источник.

Уровень замыкающих затрат определяется в следующем порядке:

вычисляется общий объем предложения всех потенциальных источников Q , натуральные единицы измерения) как

$$Q = \sum_{i=1}^{i=n} Q_i,$$

где Q_i – объем предложения отдельного источника; n – потенциальное количество источников, которые могут быть включены в хозяйственный оборот; i – обозначение источника ресурса в упорядоченном перечне $i \in (1, n)$.

Замыкающие затраты Z_{3L} (руб./м³) принимаются равным индивидуальной цене последнего из источников (в их упорядоченном перечне), т.е. $Z_{3L} = C_n$. Здесь Q_i – мощность i -го источника природного ресурса (ИПР), потенциальный годовой объем добычи (и предложения) ресурса из этого источника, млн. м³; C – индивидуальная цена единицы измерения ресурса из этого источника, руб./м³; M_j – годовая потребность j -го потребителя в рассматриваемом природном ресурсе, млн м³; S_j – граничная цена, которую может заплатить j -й потребитель за единицу измерения ресурса, руб./м³; j – обозначение потребителя ресурса в упорядоченном перечне; m – потенциальное количество потребителей, которые могут быть включены в хозяйственный оборот.

Общая потребность в ресурсе при предварительном принятии уровня замыкающих затрат Z_{3L} : $\sum_{j=1}^{j=k} M_j$ при всех $S_j \geq Z_{3L}$, где k – номер последнего потребителя в их упорядоченном перечне, граничная цена которого больше или равна замыкающей, $k \in (L/m)$.

Разница ΔM_j (млн. м³ в год) между общим объемом предложения Q и общим объемом спроса M на природный ресурс:

$$\Delta M_j = \sum_{i=1}^{i=n} Q_i - \sum_{j=1}^{j=k} M_j.$$

Далее осуществляется выбор между двумя условиями:

если $0 \leq \Delta M_j < Q_n - \Psi_{PVCK}$ или $\Delta M_j < 0$, а $|\Delta M_j| < M_k$, то $Z_{3L} = C_n$;

если $\Delta M_1 \geq Q_n$, то предложение уменьшается на Q_n , т.е. принимается рав-

ным $\sum_{i=1}^{i=n} Q_i - Q_n \frac{\partial^2 \Omega}{\partial v^2}$, после чего значение замыкающих затрат на (Z_{3L}), принимают равным затратам Q_{n-1} , ($Z_{3L} = C_{n-1}$).

Последний шаг в расчетах – подсчет значения дифференциальной ренты и экономической оценки источника ресурса.

Рента рассчитывается по различным формулам в зависимости от характера источника ресурса. Расчет стоимости земельного участка под зданием проводится по формуле

$$V_L = \frac{R_L}{e},$$

где V_L – стоимость участка земли под зданием, R_L – земельная рента или остаточный доход, приходящийся на землю; e – норма отдачи на капитал или ставка дисконтирования. Дисконтная ставка – ставка, используемая для приведения к одному моменту денежных сумм, относящихся к различным моментам времени

$$R = (P - C) \times Q,$$

где P – цена реализации единицы продукции (конечный уровень замыкающих затрат), C – все затраты на выращивание продукции и норма прибыли на вложенный капитал, Q – количество продукции, полученной в результате использования земли.

Остаточный доход рассчитывается по формуле

$$R_L = (P - C) \times Q - K_B \times V_B,$$

где P – годовая арендная плата, C – операционные расходы по обслуживанию здания, Q – площадь сдаваемых в аренду помещений, K_B – коэффициент капитализации для зданий, представляют собой сумму прибыли на капитал и амортизации ($A = 100\%/t$, где t – срок амортизации), V_B – стоимость здания с учетом износа.

Из приведенных формул следует, что при оценке природных ресурсов измеряются прежде всего доходы от их использования или, вернее, стоимость прав, дающих возможность получать эти доходы без относительно того, как эти права называются.

Следовательно, для комплексной разносторонней оценки используемых ресурсов необходимо учитывать:

– нерыночную субъективную оценку, позволяющую понять ценность экологического фактора;

– величину дифференциальной ренты, что позволит оценить как стоимость потребляемых предприятием энергетических ресурсов, так и ценность земли, занимаемой предприятием. Это даст возможность оценить возможные издержки, связанные с расширением территории предприятия или изменением его местоположения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вальтух К.К. О разработке вероятностной экономической теории // Вестник Российской академии наук. – 2008. – Т.78. – №1. – С. 28–41.
2. Пахомова Н., Рихтер К., Эндерс А. Экологический менеджмент. – СПбГУ, Питер, 2004. – 352 с.
3. Вальтух К.К. Информационная стоимость природных ресурсов: методика определения, некоторые оценки // Интеграционные проекты РАН (Изд-во СО РАН). – 2007. – Вып. 12. – С. 139–215.
4. Ильина Н.В., Светлов Н.М. К проблеме измерения абсолютной и дифференциальной земельной ренты. – СПб.: Изд-во РХГИ. – 2005. – 472 с.
5. Вальтух К.К., Соколов В.М. Природные ресурсы России: территориальная локализация, экономические оценки // Интеграционные проекты РАН. – 2007. – Вып. 12.
6. Афанасова С.В. Земля как средство производства // Вест. Северо-кавказского ун-та – Сер. Экономика. – 2003. – №1. – С. 102–103. ■

Рецензенты:

А.И. Гинзбург, канд. экон. наук, проф.,
А.В. Абрамов, д-р экон. наук, проф.

По долгосрочным прогнозам Министерства энергетики РФ, для развития экономики на период до 2020 г. и далее рост добычи углеводородов в целом по стране должен продолжаться и составить: по нефти – около 2% в год, по газу – около 1% в год. Для достижения перспективных планов добычи нефти и газа в России неизбежно потребуется вовлечение в разработку новых месторождений, в том числе и на шельфе северных морей.

Освоение морских арктических месторождений потребует существенно больших инвестиций, чем те, которые затрачиваются на освоение месторождений в не столь суровых климатических условиях. Для определения их было необходимо:

1. Оценить относительный рост затрат при освоении месторождений шельфа северных морей по сравнению с месторождениями разрабатываемыми в более легких природно-климатических условиях.

2. Выявить распределение инвестиций по следующим объектам обустройства морских месторождений углеводородов:

- морские платформы с предварительной подготовкой продукции;
- подводный трубопровод для транспортировки добытой продукции до берега или морского отгрузочного причала;
- завод по сжижению газа (для газовых месторождений);
- суда для перевозки жидких углеводородов;
- перевалочная база;
- вспомогательные суда.

3. Оценить влияние перевалочной схемы перевозок на общий объем инвестиционных затрат.

Также расчеты были выполнены, при этом принимались следующие допущения:

1. Стоимость морских добывающих платформ оценивалась по удельным стоимостям оборудования и конструкций с добавлением в процентном отношении затрат на проектирование, управление Проектом и резерва на неучтенные и непредвиденные работы.

2. Удельные стоимости определяли, исходя из стоимости материалов и оборудования с учетом транспортно-заготовительных расходов и строительно-монтажных работ (включая заработную плату, управление работами на предприятии, накладные расходы, подготовку производства, шеф-монтаж, оснастку, прибыль) на заводах РФ

3. Стоимость остальных объектов обустройства оценивались на основе анализа информации из открытых источников.

Были рассмотрены варианты освоения месторождений, отличающиеся:

- количеством скважин (объемом добычи);

АНАЛИЗ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ЗАТРАТ НА ОБУСТРОЙСТВО МОРСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ В АРКТИКЕ

Ю.Д. Дехтярук,
науч. сотрудник ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова»,
контакт. тел. 8 921 6500216

– глубиной моря в точке установки платформы;

– архитектурно-конструктивным типом платформы (кессонные стальные, многоопорные стальные, ферменные).

Результаты выполненной оценки капитальных затрат на добычу 1 млрд. м³ газа в год для различных ледовых условий, в процентах, по отношению к ферменной платформе для безледовых условий при глубине моря в 10 м приведены в табл. 1. Как видно из нее, стоимость платформ для тяжелых ледовых условий значительно выше, чем у аналогичных по объему добычи газа платформ для безледовых условий.

Оценка капитальных затрат на добычу 1 тысячи тонн нефти в сутки, в %, по отношению к ферменной платформе

для безледовых условий при глубине моря в 10 м приведена в табл. 2.

Для сопоставительной оценки инвестиционных затрат в освоение арктического и неарктического месторождения были сделаны следующие предположения:

1) объем добычи: газа – 10 млрд.м³ в год; нефти – 2,2 млн.т. в год;

2) удаленность месторождения от берега – 100 км;

3) расстояние до условного экспортного рынка сбыта – 4700 миль.

Были рассмотрены два способа организации морской транспортной системы:

– прямой вывоз на рынок сбыта;

– перевалочная схема перевозок: на перевалочной базе, расположенной за границей льдов, производится перевалка жидких углеводородов из челночных

Таблица 1
Сравнение капитальных затрат на добычу 1 млрд. м³ в год для различных ледовых условий, %, по отношению к ферменной платформе для безледовых условий при глубине моря в 10 м

Тип платформы	Объем добычи газа, млрд.м ³ , / количество скважин, ед.								
	5 / 10			10 / 20			20 / 40		
	Глубина моря, м			Глубина моря, м			Глубина моря, м		
	10	30	50	10	30	50	10	30	50
	Безледовые условия – Каспийское и Черное моря								
Ферменные	100	113	127	90	97	103	90	93	97
	Мягкие ледовые условия – Каспийское, Азовское, Балтийское, Японское моря								
Ферменные	147	173	193	123	137	150	120	127	133
	Тяжелые ледовые условия – Карское море								
Кессонные стальные	280	.	.	190	.	.	145	.	.
Многоопорные стальные	.	267	447	.	183	273	.	142	187

• Создание по технико-технологическим причинам нецелесообразно

Оценка капитальных затрат на добычу 1 тыс. т нефти в сутки в процентах по отношению к ферменной платформе для безледовых условий при глубине моря в 10 м

Тип платформы	Количество скважин, ед.					
	20 скважин (3 тыс.т/сут для ферменных платформ 5,8 тыс.т/сут. для остальных)			40 скважин (6 тыс.т/сут для ферменных платформ 11,5 тыс.т/сут. для остальных)		
	Глубина моря, м			Глубина моря, м		
	10	30	50	10	30	50
	Безледовые условия – Каспийское и Японское моря, %					
Ферменные	100	106	113	66	69	73
	Мягкие ледовые условия – Каспийское, Азовское, Балтийское, Японское моря, %					
Ферменные	135	148	161	89	95	102%
	Средние ледовые условия – Печорское и Берингово моря, %					
Кессонные стальные	147*	160	.	82*	89	.
С колоннами стальные	.	.	128	.	.	73
	Тяжелые ледовые условия – Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское моря, %					
Кессонные стальные	154*	174	.	86*	96	.
С колоннами стальные	.	.	143	.	.	81

* Создание по технико-технологическим причинам нецелесообразно.

* С учетом стоимости морского отгрузочного причала.

Таблица 3

Результаты оценки инвестиционных затрат, %, на освоение газового месторождения

Наименование	Арктический регион (тяжелые ледовые условия)			Каспийский регион (мягкие ледовые условия)
	Перевалочные перевозки челночным газозовозом		Прямые перевозки	Прямые перевозки
	грузовместимостью 155 тыс.м³	грузовместимостью 80 тыс.м³		
Газодобывающая платформа	11,2	10,7	11,0	9,3
Подводный трубопровод	3,5	3,3	3,4	2,3
Завод по сжижению газа с отгрузочными терминалами и судами портофлота	36,3	34,6	35,5	47,0
Линейные газозовозы:				
вместимость тыс.м³ / ледовый класс	155 / ЛУ 2	155 / ЛУ 2	155 / ЛУ8	155 / ЛУ 2
количество, ед.	6	6	8	8
стоимость	22,8	21,7	47,4	41,0
Челночные газозовозы:				
вместимость тыс.м³ / ледовый класс	155 / ЛУ8	80 / ЛУ8	–	–
количество, ед.	3	6	–	–
стоимость	18,2	21,7	–	–
Перевалочная база:				
вместимость тыс.м³	310	230	–	–
стоимость	5,2	4,0	–	–
Многофункциональное ледокольное судно снабжения:				
количество, ед.	2	3	2	–
стоимость, %	2,8	4,0	2,7	–
Судно обеспечения безопасности	–	–	–	0,2
Судно снабжения	–	–	–	0,2
Всего, %	100,0	100,0	100,0	100,0

танкеров усиленного ледового класса в не ледовые суда. В качестве челночных газозовозов рассматриваются суда грузовой вместимостью 80 и 155 тыс.м³, а челночных танкеров суда дедвейтом 50 тыс.т.

Результаты оценки инвестиционных затрат по статьям в отношении к общим затратам на освоение газового месторождения приведены в табл.3.

На рис. 1 и 2 представлены диаграммы распределения инвестиций по объектам обустройства морских газовых месторождений.

Результаты оценки инвестиционных затрат по статьям в отношении к общим затратам на освоение нефтяного месторождения приведены в табл. 4.

На рис. 3 и 4 представлены диаграммы распределения инвестиций по объектам обустройства морских нефтяных месторождений. По результатам выполненных расчетов можно сделать следующие выводы:

1. Разработка месторождений, расположенных в арктических морях, потребует значительно больших ин-

вестиционных затрат по сравнению с месторождениями, разрабатываемыми в не столь суровых климатических условиях. В рассмотренных примерах ожидается увеличение необходимых инвестиций примерно на 40% для газа и на 50% для нефти.

2. Организация перевалочной схемы перевозок как для нефти, так и для сжиженного природного газа дает некоторое сокращение инвестиционных затрат: в рассмотренном примере при соотношении ледового и неледого

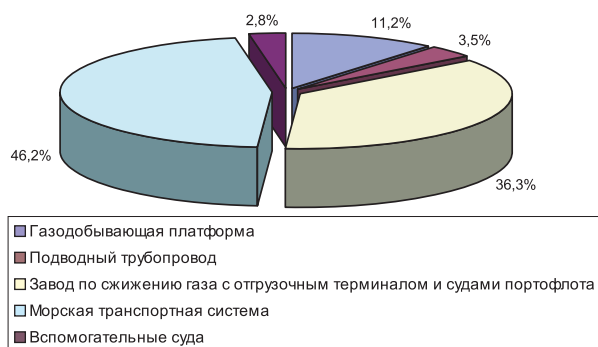


Рис. 1. Распределение инвестиций по объектам обустройства арктического газового месторождения

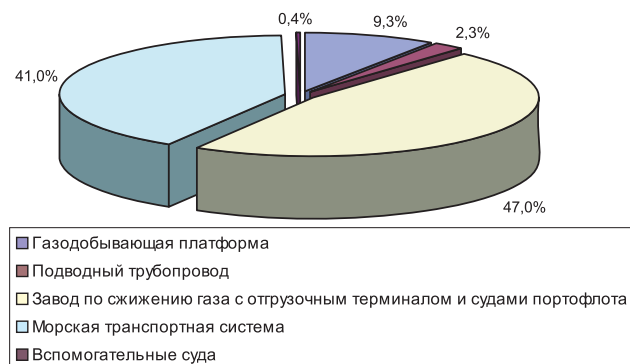


Рис. 2. Распределение инвестиций по объектам обустройства не арктического газового месторождения

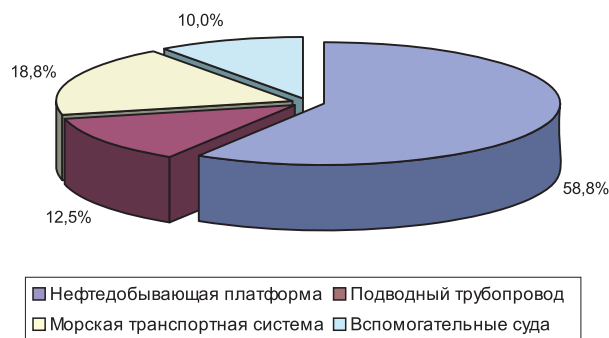


Рис. 3. Распределение инвестиций по объектам обустройства арктического нефтяного месторождения

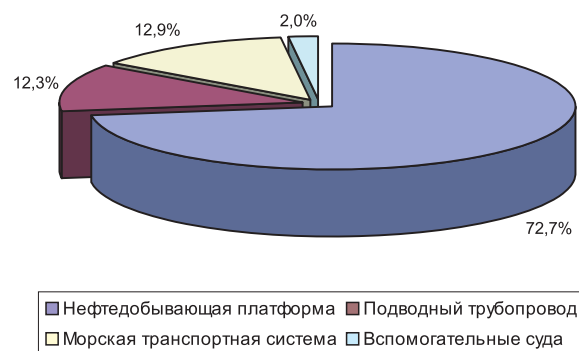


Рис. 4. Распределение инвестиций по объектам обустройства не арктического нефтяного месторождения

Результаты оценки инвестиционных затрат, %, на освоение нефтяного месторождения

Таблица 4

Наименование	Арктический регион (тяжелые ледовые условия)		Каспийский регион (мягкие ледовые условия)
	Перевалочные перевозки	Прямые перевозки	Прямые перевозки
Нефтедобывающая платформа	58,8	56,1	72,7
Подводный трубопровод	12,5	11,9	12,3
Линейные танкеры:			
вместимость тыс.м ³ / ледовый класс	150 / ЛУ 2	70 / ЛУ7	200 / ЛУ 2
количество, ед.	1	3	1
стоимость	5,3	22,4	12,9
Челночные танкеры:			
вместимость тыс.м ³ / ледовый класс	50 / ЛУ7	—	—
количество, ед.	1	—	—
стоимость, %	5,9	—	—
Перевалочная база (на базе старого танкера):			
вместимость тыс.м ³	240	—	—
стоимость, %	7,5	—	—
Многофункциональное ледокольное судно снабжения:			
количество, ед.	2	2	—
стоимость, %	10,0	9,6	—
Судно обеспечения безопасности	—	—	0,9
Судно снабжения	—	—	1,1
Всего, %	100,0	100,0	100,0

участков 1:4 оно составило 3–4% для газа и 5% – для нефти.

3. При разработке морских арктических газовых месторождений завод по сжижению газа (с учетом затрат на отгрузочный терминал и суда портофлота) уже не является преобладающей статьей инвестиционных затрат. Хотя

стоимость самого завода остается неизменной, ее доля в общих затратах резко падает (в рассмотренном примере с 48 до 36%), на все же остальные объекты обустройства месторождения затраты существенно растут:

– на морскую газодобывающую платформу – более чем в 1,5 раза;

– на подводные трубопроводы – в 2 раза;

– на морскую транспортную систему – более чем в 1,5 раза;

– на вспомогательный флот – в 5–10 раз. ■

В конце прошлого года в Санкт-Петербургском государственном морском техническом университете состоялся международный семинар, организованный СПбГМТУ совместно с Петербургским отделением Института морского инжиниринга, науки и технологии и Ассоциацией развития поисково-спасательной техники и технологий (АРПСТТ). На семинаре состоялась презентация журнала «Naval Forces», на которой выступил его издатель и главный редактор специальных выпусков, один из основателей «Monch Publishing Group» Ян Видеманн.



Участники семинара

«Monch Publishing Group» – самый большой в мире издательский дом, специализирующийся на публикации профессиональных журналов в области обороны, военно-морской и авиационной техники на английском («Military Technology», «Naval Forces»), немецком («Wer Technik»), испанском («Technología Militar»), итальянском («Rivista Italiana Difesa»), арабском («Al Defaya») и турецком («Savunma ve Havacilik») языках.

Журнал «Naval Forces» («Военно-морские силы»), основанный в 1980 г., выпускается дважды в месяц тиражом 16 000 экз. в год, не считая экземпляров, распространяемых на основных международных выставках и конференциях.

Дополнительно публикуется до шести специальных выпусков по военно-морским флотам, судостроительным заводам и военно-морским организациям. Особенностью журнала является подробный анализ перспективных технологий, тенденций развития национальных флотов и др.

Остановимся вкратце на содержании одного из последних номеров (2009, №5).

Во вводной статье «Судно «Arctic Sea» – современный летучий голландец?» главный редактор журнала Вольфганг Легиен анализирует таинственную историю исчезновения судна «Arctic Sea» (оператор – финская ком-

пания «Solchart») с 15 членами экипажа на борту, направлявшегося в алжирский порт Беджая с грузом леса.

В опубликованном на следующей странице письме издателя из США

Отто Крейшера, озаглавленного «Ряд действий и бездействий командования министерства обороны и ВМС бросают вызывают сомнения в будущем флота США», содержится критика решений министра обороны США Роберта Гейтса по сокращению бюджета основных программ, а также противоречивые решения, касающиеся разработки эсминца «DDG-1000» и заказа флотом новых эсминцев «DDG-51».

Раздел «Военно-морские программы» открывает статья «Шведский королевский флот оптимизирован для прибрежных операций», в основе которой лежит интервью, данное Яну Видеманну начальником штаба ВМС Швеции контр-адмиралом Андерсом Гренстадом. В статье обсуждаются концепция сетевой войны, технологии, использованные при создании корветов класса Visby, операционные возможности этих кораблей, программа L10 создания судов поддержки корветов, беспилотник с вертикальным взлетом «Skeldar», разрабатываемый фирмой «SAAB» совместно со швейцарской компанией «SUAV», экспортные перспективы новой подводной лодки с воздушнонезависимой пропульсивной установкой, разрабатываемой компанией «Kockums AB».

В статье Кита Якобса «Королевский флот Таиланда: поиск роли в Юго-Восточной Азии» дается характеристика

ВМС этой страны, который до последнего времени в основном ориентировался на прибрежную оборону и антипиратские операции. В течение ряда лет в силу скромного бюджета корабли заказывались в основном на китайских верфях, и сегодня они требуют модернизации прежде всего в части вооружения. Автор считает, что реализация правительственного проекта MEGA (2005–2020) позволит флоту получить новые подводные лодки, амфибийные корабли, ракетные системы и вертолеты. В ноябре 2008 г. правительство страны приняло решение о строительстве на верфи «Mahidol» первого патрульного корабля нового класса водоизмещением 1500 т, аналогичного китайскому проекту Pattani (PS-511). О новой тенденции модернизации флота свидетельствует подготовленный контракт с «BAE Systems» (Великобритания) на постройку двух достаточно современных фрегатов.

Капитан 1 ранга в отставке Ранджит Рай в статье «Спуск атомной подводной лодки «Arihant»» рассказывает об истории ее создания, сигнал к спуску которой 29 июля 2009 г. в городе Vishakhapatnam в присутствии российского посла и многих российских специалистов дала супруга премьера Индии, разбив о носовую оконечность лодки кокосовый орех. Сотрудничество с Россией позволило Индии успешно реализовать проект этой лодки водоизмещением 6000 т, длиной 104 м и диаметром 11 м и, таким образом, стать шестой страной в клубе атомных субмарин.

В статье «ВМФ Северной и Южной Кореи» аналитик журнала Кит Якобс дает сравнительный анализ указанных флотов, отмечая, что в последние десять лет они развивались в противоположных направлениях. На фоне общего регресса и старения северо-корейского военно-морского флота, отмечается развитие кораблей на воздушной подушке скегового типа, а также высокоскоростных ракетных катеров. Тем временем южно-корейский флот быстро развивается, идя по пути внедрения новых технологий, заключения кооперативных контрактов на лицензирование и производство, а также строительства военных кораблей с использованием самых современных существующих в мире достижений военно-морской техники. Среди примеров: контакт на постройку четвертой под-

водной лодки типа 214 с воздушнонезависимой пропульсивной установкой¹, закладка головного фрегата «Ulsan»², контракт на приобретение новых ракетных комплексов класса корабль-воздух компании «Raytheon» для установки на эсминцах класса KDX-II и KDX-III. В статье приводятся данные о структуре командования и составе военно-морского флота Южной Кореи.

Раздел «Военно-морская промышленность» начинается с интервью президента вертолетного отделения корпорации «Kaman Aerospace» (США) Сала Бордонаро, который рассказал в том числе о морском вертолете «Super Seasprite», варианты которых имеются на вооружении военно-морских флотов Египта, Новой Зеландии и Польши, а также о беспилотном вертолете для корветов и патрульных кораблей.

Раздел «Военно-морские технологии» открывает статья капитана итальянских ВМС Массимо Аннати «Защита флота», где рассматривается защита кораблей от террористов. По мнению автора, одной из самых насущных проблем здесь является обнаружение и классификация потенциальных угроз при минимальном нарушении обычного распорядка функционирования. Дано краткое описание программы НАТО по защите от террористов, в том числе портов и судов посредством использования сенсорных систем, систем быстрого реагирования и необитаемых подводных аппаратов. Особое внимание уделено аспектам применения новых технологий мониторинга и распознавания целей, защиты критических инфраструктур. Разделяя угрозы на надводные и подводные, автор отмечает, что под водой их обнаружение и классификация наиболее затруднены, в то время как включение активных гидролокаторов и даже медленное вращение гребных винтов на заякоренном корабле может сдерживать пловцов-террористов. Однако возможность использования этих средств также ограничивается существующими правилами безопасности. В частности, в большинстве стран применение силы

в национальных границах разрешено только полиции. В статье описывается целый ряд современных средств и устройств сдерживания террористических атак.

Введение эксклюзивных экономических зон в пределах 200 мор. миль от береговой линии в середине 90-х г. XX в. привело к спросу на специальные корабли патрулирования (Offshore Patrol Vessels, OPV) для защиты добывающих платформ, рыбоохранного и экологического мониторинга, поиска и спасения с расширением функций по сравнению с традиционными патрульными кораблями. Кроме того, прибрежные зоны привлекли внимание как особые зоны боевых действий в отличие от удаленных от берега глубоководных районов (blue ocean). В статье Артура Сельфа анализируются тенденции проектирования патрульных кораблей, включая OPV, корветы и скоростные атакующие катера (Fast Attack Craft – FAC). Формулируются миссии OPV и требования к ним. Вводится понятие «боевой патрульный корабль» (Combat OPV) и «патрульный корабль с расширенными возможностями» (Niche Capability OPV), который обеспечивает боевое присутствие при повышенной бдительности моря. Описывается типовой состав сенсорного оборудования и вооружения и влияние скрытности (stealthiness), принципы проектирования корпуса и мачт. Подчеркиваются новые роли OPV в Арктике и Антарктике.

Представляет интерес статья Стефана Нитшке «Бортовое применение беспилотных воздушных аппаратов UAS», в которой рассматриваются возможности малых и миниатюрных беспилотников морского применения. Автор перечисляет традиционные ограничения малых беспилотных воздушных аппаратов (малая дальность, автономность, платный груз и т.д.), а также их достоинства и возможности, в том числе легкость транспортировки, перспективы применения нескольких миниатюрных UAS вместо одного большого и в комбинации с ним. Отмечена общая тенденция миниатюризации аппаратов и сенсоров при хорошем разрешении сканирования и малой зависимости от погодных условий и времени суток. Приводятся примеры разработок микроаппаратов их частей, а также сенсоров, в том числе с использованием нанотехнологий. В частности, французское аэрокосмическое агентство ONERA недавно испытало миниатюрную камеру сгорания с объемом менее 10 мм³ для газовой микротурбины с габаритами 20 г 20 мм. Микротурбина, в которой в качестве топлива может использоваться водород или пропан, должна быть изготовлена в 2010 г. и предназначена для миниатюрного UAS.

Независимый корабельный инженер Джорж Гоуголидис в своей статье предлагает для малых флотов концепцию гибридного корабля, комбинирующего возможности фрегата с вертолетоносцем/носителем беспилотных аппаратов.

Журналист Томас Уиттингтон опубликовал в статье под названием «Спасение подводных лодок: «Курск» – 10 лет спустя». В начале статьи, вспоминая трагедию «Курска» и ссылаясь на недавние инциденты с подводной лодкой «К-152» и ПЛ пр. 971 (по натовской классификации «Akula-II») автор ставит вопрос об уровне развития средств спасения на настоящий момент. Он отмечает, что со времени «Курска» имело место по крайней мере 19 инцидентов с ПЛ, приведших к материальному ущербу и гибели людей. Речь идет не только о российских лодках, но и ПЛ США, Великобритании, Франции, Австралии и Китая. Например, американская атомная подводная лодка класса «Лос-Анджелес» USS «Greenville» столкнулась с японским рыболовным судном «Ehime Maru» 9 февраля 2001 г. На дизель-электрической ПЛ USS «Dolphin» в мае 2002 г. произошел пожар, заставивший экипаж покинуть корабль. В тот же год еще одна лодка класса «Лос-Анджелес» USS «Oklahoma City» столкнулась с газовозом «Norman Lady» вблизи Гибралтара. Год спустя третья лодка того же класса USS «Hartford» выскочила на мель, что повлекло за собой миллионы долларов ущерба и человеческие жертвы. В общей сложности, по данным автора, за время, прошедшее после катастрофы с «Курском» в среднем каждые два года происходило два инцидента с ПЛ, унесшие жизни 200 человек. Автор отмечает инициативы и действия России и других стран по усилению средств поиска и спасения аварийных подводных лодок и их экипажей, в том числе приобретению флотами различной техники, созданию новых специализированных подводных аппаратов, а также проведению Великобританией, Норвегией и Францией маневров «Bold Monarch» в присутствии кораблей ВМФ России с моделированием спасения экипажа норвежской субмарины российским подводным спасательным аппаратом. Маневры были важнейшей вехой в объединении усилий флотов для решения общих проблем поиска и спасения. Одновременно стало очевидным отсутствие стандартизации стыкуемых элементов спасаемых ПЛ (люки) и стыковочных колец спасательных аппаратов. В статье обсуждаются опыт и современные разработки в области систем спасения под водой,

¹ Первоначально планировалось иметь шесть ПЛ типа 214, однако в связи с решением о приостановке проекта KSS-3 по созданию собственных воздушнонезависимых ПЛ водоизмещением 3000 т, число лодок типа 214 может достичь девяти. Заказы на строительство размещены на верфях «Hyundai Heavy Industries» и «Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering» («DSME»). Заметим, что в настоящее время планируется контракт с компанией «DSME» по модернизации девяти действующих ПЛ типа 209/1200 путем интегрирования в них блока АПР.

² К 2014 г. планируется построить шесть из намеченных к строительству 20 фрегатов этого типа водоизмещением 3200 т.

в том числе немецкая система RESUS, позволяющая продуть систерны аварийной ПЛ за очень короткое время (порядка 13–20 с), а также новые обитаемые и необитаемые спасательные аппараты.

В статье «Моделирование – лучше реальности» Малкольм Филипс сообщает о тенденции военно-морских флотов существенным образом полагаться на моделирование и тренажеры с использованием методов виртуальной реальности и мощных вычислительных систем. Еще в 2003 г. по заказу ВМС США корпорация «Rand» занялась созданием тренажера для эсминца DDG-51 «Arleigh-Burke», оснащенного управляемыми ракетами. С тех пор практически для всех классов кораблей созданы и функционируют тренажеры. В январе 2006 г. компания «BAE Systems Integrated System Technologies» получила контракт на сумму 100 млн фунт. стерл. на первый этап создания морской комплексной тренинговой системы (Maritime Composite Training System), которая планируется к развертыванию на двух площадках (в Фархэме, Гемпшир, и на военно-морской базе в Девонпорте). Отмечается, что рост цен на нефть значительно способствует развитию средств моделирования и тренажеров³. Обсуждаются достоинства тактического тренинга, возможности эмулирования реальных корабельных систем, опыт тренинга в целях существенного повышения квалификации персонала; немецкая концепция сетевых тренинговых систем комбинирующих собственно тренажеры и реальные технические системы.

Новую революцию в развитии военно-морских сил обещает статья Гюнтера Кеетера «Технология высокотемпературной сверхпроводимости – HTS», где описываются современные достижения с применением к электродвижению кораблей. Современные разработки уже привели к созданию компактных и эффективных электромоторов и генераторов, имеющих многочисленные военно-морские применения. Факт создания мощных электромоторов с большой плотностью момента отмечается как хорошо известный. Менее известны такие приложения, как специальные обмотки для защиты кораблей от мин магнитного действия, а также электро-

³ Достаточно сказать, что при цене нефти в 70 долл. за баррель, ежедневные затраты на топливо для эсминца «Arleigh Burke» оцениваются в 40 тыс долл.

магнитные системы запуска оружия. Действующие демонстраторы электродвижения разработаны и испытаны в Великобритании (наземный демонстратор технологии электродвижения эсминца пр. 45 в г. Редби⁴), США (продвинутый морской демонстратор электродвижения AESD «Sea Jet» для эсминца DDG-1000) и ряде других стран. Интегрированная электросистема эсминца DDG-1000 резервирует и распределяет выходную мощность, вырабатываемую основными энергетическими установками корабля (газовыми турбинами или дизелями), в управляемой пропорции между пропульсивной системой, сенсорами и корабельным оружием, включая лазеры, электромагнитные рельсовые пушки, системы запуска ракет, торпед, беспилотных аппаратов и т.д. Достоинства этой технологии – в возможности перенесения ее на коммерческие системы: суда, системы отопления и кондиционирования больших зданий. Новая технология HTS может привести к значительному прогрессу в области создания систем электродвижения и использования электроэнергии в системах корабельного оружия. Одна из технических трудностей применения сверхпроводимости состоит в том, что обычно требуется глубокое охлаждение материала, вследствие чего реф-

⁴ Наземный демонстратор электродвижения общей мощностью 3 х 30 МГВ имеется в лаборатории «NAVSEA» в Филадельфии.

рижераторные установки требуемой мощности приобретают большой вес. HTS позволяет существенно снизить необходимость в глубоком охлаждении.

Применение активных радаров, как правило, увеличивает вероятность обнаружения самого корабля, их использующего. В замыкающей раздел «Военно-морские технологии» статье Нормана Фридмана «Радары с малой вероятностью контробнаружения» рассматриваются вопросы создания радаров, обеспечивающих скрытность применяющего их корабля.

Журнал заканчивается достаточно обстоятельным анализом современного состояния и перспектив аргентинских ВМС, который, по мнению авторов Хосе Хигуэра и Гартмута Мансека, «является хорошо обученным профессиональным флотом, заслуживающим лучшего финансирования для того, чтобы быть современным»; отчетом Вольфганга Легиена о посещении выставки «DSEi – 2009» (Defence Systems & Equipment International Exhibition, Лондон, сентябрь 2009), и, наконец, разделом «Досье», в котором приводится интересная практическая информация о достижениях и контрактах ведущих компаний в области военно-морской техники.

Надеюсь, что вышеизложенное, позволит тем, кто еще не знаком с «Naval Forces», получить некоторое представление об этом международном журнале. ■



Организаторы семинара (слева-направо): издатель журнала «Naval Forces» Ян Видеманн, главный редактор журнала «Морской Вестник» Э.А. Конов, зам. председателя Ассоциации развития поисково-спасательной техники и технологий (АРПСТТ) С.А. Губкин, проректор СПбГМТУ К.В. Рождественский и председатель АРПСТТ В.Н. Илюхин

Я никогда ни перед кем не заискивал и не искал протекций. Все, чего я добился в своей жизни, это заслужено честным и упорным трудом во имя блага и процветания России...

Из завещания детям и внукам Адмирала Флота Советского Союза С.Г.Горшкова

Выдающийся деятель советского ВМФ, Адмирал Флота Советского Союза (1967), дважды Герой Советского Союза (1965, 1982) Сергей Георгиевич Горшков вошел в историю России и Советского Союза как флотоводец, который в течение почти 30 лет (с 5 января 1956 по 9 декабря 1985 гг., подобного прецедента за всю историю Российского и Советского флота не было!) находился на посту главнокомандующего ВМФ СССР. Под его руководством был построен современный океанский ракетно-ядерный атомный флот, который более 25 лет нес боевую службу в Мировом океане.

Сергей Георгиевич Горшков родился 26 (13) февраля 1910 г. в старинном украинском городе Каменец-Подольский Хмельницкой области в семье учителей. В 1912 г. его родители Елена Федосеевна и Георгий Михайлович (оба – учителя) переехали в г. Коломну. Сергей Георгиевич там и окончил девятилетнюю школу и Кооперативные курсы при ней.

Питая склонность к физике и математике, Сергей Георгиевич по окончании школы в возрасте 16 лет поступил в Ленинградский университет на физико-математический факультет, но не прошел из-за нехватки мест. Жизнь в городе морской славы, работа в порту и встречи с моряками, развернувшееся в стране шествие комсомола над флотом заронили в сердце молодого человека интерес к морю и изменили его жизненные планы. Будущий Главнокомандующий одного из самых мощных в мире военно-морских флотов предпочел университету море и через год в 1927 г. поступил в Военно-морское училище (ВМУ) им. М.В.Фрунзе, о чем потом никогда не сожалел. Приказом № 228 по ВМУ от 1 октября 1927 г. его зачислили курсантом 1-го специального (штурманского) курса с одновременным зачислением на военно-морскую службу, а 1 мая 1928 г. он принял красную присягу.

Ровно через год после зачисления 1 октября 1928 г. курсант С.Горшков был переведен на 2-й специальный курс ВМУ. Из аттестационных выводов после 1-го курса: «Успешность хорошая, отношение ко всему серьезное, теорию совмещает с практикой и знает. Самостоятельно может хорошо работать. Дисциплинирован, но любит возражать на приказании со своей отличительной иронией. Имеет хорошие морские качества. Шлюпкой управляется вполне

АДМИРАЛ ФЛОТА СОВЕТСКОГО СОЮЗА С.Г. ГОРШКОВ К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ

С.П.Сирый, председатель военно-исторической секции Дома ученых РАН, председатель секции истории Российского флота и историограф СПб МС, заслуженный работник высшей школы России, профессор, капитан 1 ранга запаса, контакт. тел. (812) 4319423



удовлетворительно. Иногда ставит раньше всего свой личный интерес. Взаимоотношения с товарищами нормальные. В общественной работе участвует».

В соответствии приказом РВС СССР №100 от 23 февраля 1931 г. Сергей Георгиевич был «удостоен звания Командира РККФ как окончивший 23 февраля 1931 года Военно-Морское Училище им. М.В.Фрунзе с присвоением категории К-4 и назначен в Морские Силы Черного моря». Это был 9-й знаменитый выпуск училища, который вошел в историю флота как «урожайный» – многие из этого выпуска стали адмиралами, командовали флотами, флотилиями, держали флот в своих руках.

С.Г.Горшков получил назначение штурманом на эсминцев Черноморского флота «Фрунзе», где прослужил год. В 1932 г. Сергея Георгиевича по его просьбе переводят на Тихоокеанский флот (ТОФ), где его назначают штурманом минного заградителя «Томск», а в январе 1934 г. – флагманским штурманом бригады заграждения и траления. В ноябре того же года его назначают уже командиром сторожевого корабля «Бурун», который по итогам боевой и политической подготовки 1936 г. занял первое место в Морских силах РККА. В этом – нема-

лая заслуга С.Г.Горшкова. В 1937 г. за успехи в боевой и политической подготовке народным комиссаром обороны он был награжден серебряными именными часами.

После окончания в 1937 г. курсов командиров миноносцев в Ленинграде С.Г.Горшков – снова на ТОФ уже в качестве командира эскадренного миноносца, затем командира дивизиона эсминцев. Во время боев у озера Хасан капитан 3 ранга С.Г.Горшков командовал 7-й бригадой кораблей ТОФ. Его корабли конвоировали транспорты, подвозившие войска и боевую технику к районам боевых действий, вывозили раненых, несли дозорную службу.

«7 ноября 1938 г. у мыса Кабарга в Японском море сел на камни, потерпел крушение и затонул новейший эсминец «Решительный», совершавший переход на буксире от гавани Владивосток в район, где предстояли заключительные испытания только что построенного корабля. Руководил переходом командир бригады эсминцев, капитан 3 ранга С.Горшков. К вечеру погода испортилась, сила ветра достигла 11 баллов. Буксир лопнул – и эсминец понесло. «Решительный» ударило о скалу и выбросило на пустынный берег. Корабль разломился на части. Во время доклада 20 декабря 1938 г. командующего Тихоокеанским флотом Н.Г.Кузнецова на Главном Военном Совете о действиях флота в период Хасанского конфликта нарком РККФ М.П.Фриновский в ультимативной форме потребовал объяснений по поводу катастрофы с эсминцем «Решительным». Объяснение Н.Г.Кузнецова было убедительным, с морской точки зрения грамотным и, видимо, произвело положительное впечатление на И.В.Сталина. Именно речь комфлота склонила комиссию к объективному выводу о природных условиях дальневосточного морского театра как основной причине гибели корабля».

О своей службе на ТОФ Сергей Георгиевич писал: «Служба на Тихом океане была хорошей школой во всех отно-

шениях. Многому научился от опытных товарищей. Немало дали ошибки свои и других. Тяжелым уроком стала для меня история, связанная с буксировкой эсминца «Решительный». Стихия оказалась сильнее моей командирской воли, спасти корабль не удалось. Мне грозила суровая кара по примерам тех лет. Спасла принципиальная поддержка командующего флотом Н.Г.Кузнецова...».

В июне 1939 г. капитан 2 ранга С.Г.Горшков после окончания академических курсов был переведен на Черноморский флот и возглавил бригаду эсминцев. В июне 1940 г., во время обучения на Курсах усовершенствования высшего начальствующего состава флота при Военно-морской академии РККА им. К.Е.Ворошилова (учебу прекратили в апреле 1941 г. из-за надвигающейся войны), Сергей Георгиевич был назначен командиром бригады крейсеров Черноморского флота. Вскоре началась Великая Отечественная война. Корабли бригады отражали воздушные налеты на Севастополь, ставили мины.

4 сентября 1941 г. капитана 1 ранга С.Г.Горшкова назначили командиром первого десантного отряда кораблей на Черном море при высадке у поселка Григорьевка под Одессой. Сергей Георгиевич решил проводить высадку корабельными средствами. Моряки доставили на берег первую волну десанта, а подошедший позднее отряд высадочных средств принял оставшиеся войска. Неприятель (две румынские дивизии) был отброшен от Одессы с потерями. Говоря об этой операции, Адмирал Флота И.С.Исаков писал: «Высадка с боевых кораблей под прикрытием крейсеров и миноносцев была настолько внезапной и стремительной, а взаимодействие с поддерживающими огнем кораблями и авиацией настолько четким, что фланг противника, упиравшийся в берег, был смят».

16 сентября 1941 г. Сергею Георгиевичу присваивают звание контр-адмирала (ему был 31 год, и он стал самым молодым адмиралом советского ВМФ); к тому времени он приобрел первый боевой опыт обеспечения десантной операции.

С 13 октября 1941 г. он в течение года командует Азовской флотилией, которая обеспечивала коммуникации и взаимодействовала с сухопутными войсками. В Керченско-Феодосийской десантной операции Азовская флотилия и Керченская военно-морская база 25–30 декабря 1941 г. на маломореходных судах перебросили на Керченский полуостров свыше 11 тыс. солдат 51-й армии, 47 орудий, 198 минометов, 229 пулеметов, много боезапаса и другого имущества и снабжали высаженные войска всем необходимым. Взяв Севастополь, немецкие войска развернули наступление на Северный Кавказ.

То был период тяжелых и героических боев наших войск с наседавшим на разных участках огромного советско-германского фронта врагом. Гитлеровское командование осуществляло второе «генеральное» наступление, нацелив свои войска на важнейшие экономические районы юга страны. Август 1942 г. начался для Сергея Георгиевича, как, вероятно, и для каждого, кто находился в ту пору на фронте, под знаком одного из чрезвычайно важных документов войны – приказа наркома обороны № 227 от 28 июля 1942 г., известного как приказ И.В.Сталина «Ни шагу назад!».

9 августа военные советы Северо-Кавказского фронта и Черноморского флота приняли решение возложить на контр-адмирала С.Г.Горшкова командование объединенными силами Азовской флотилии, Керченской и Новороссийской военно-морских баз, предназначенных для обороны Таманского полуострова. Азовская военная флотилия явилась одним из первых морских формирований, принявшим непосредственное участие в битве за Кавказ. 11 августа Сергей Георгиевич получил приказ принять от 47-й армии сухопутную оборону Таманского полуострова и немедленно занять оборонительные рубежи частями морской пехоты. 47-й армией тогда командовал генерал-майор А.А.Гречко, а затем его назначили командующим 18-й армией, предоставив командование 47-й армией С.Г.Горшкову. В то же время начальником политотдела рядом расположенной 18-й армии был Л.И.Брежнев. В свою очередь, С.Г.Горшков, будучи заместителем командующего Новороссийским оборонительным районом и командующим Азовской флотилией, по ходу боевых действий находился в постоянном контакте с А.Гречко и Л.Брежневым. Обе армии, 18-я и 47-я, длительное время воевали по соседству друг с другом. Командование армией С.Г.Горшковым не осталось незамеченным. И.В.Сталин предложил ему закрепиться в должности командарма, на что Сергей Георгиевич попросил оставить его на флоте, с чем и согласился Верховный.

2 сентября, когда возникла непосредственная опасность прорыва неприятеля к Новороссийску, С.Г.Горшкова назначили руководителем обороны города. В ночь на 10 сентября с ним прервалась связь войск, отошедших из города. Посланный отряд разведчиков нашел Сергея Георгиевича в подвале разрушенного дома и вывез на восточный берег.

14 октября 1942 г. приказом командующего Черноморским флотом Азовская флотилия была расформирована. Вторично С.Горшков принял Азовскую флотилию 20 февраля 1943 г., когда советские войска отбросили гитлеровцев

с Кавказа. Сергей Георгиевич стоял во главе флотилии до 5 января 1944 г., затем с 6 февраля по 20 апреля 1944 г.. Весной 1943 г. он командовал рядом десантных операций и набегов на временно занятое немцами побережье для содействия наступающим сухопутным войскам Южного и Северо-Кавказского фронтов.

После освобождения Крыма на базе Азовской флотилии в апреле 1944 г. была создана Дунайская флотилия, командующим которой стал контр-адмирал С.Г.Горшков. Флотилия содействовала войскам 2-го и 3-го Украинских фронтов в Белградской и Будапештской операциях, принимала участие в освобождении столиц Югославии и Венгрии. Это была последняя фронтовая операция, которой руководил С.Г.Горшков.

Однажды на флотилию прибыл Маршал Советского Союза Г.К.Жуков. Он вызвал к себе С.Г.Горшкова и приказал ему переправить через водную преграду идущие к Дунаю сотни танков. На обоснованные возражения Сергея Георгиевича, что у флотилии нет средств для такой переправы, Г.К.Жуков ответил: «Не будут переправлены танки – будете расстреляны». Танки удалось переправить. Этот случай убедительно показывает, что Сергей Георгиевич был талантливым организатором, и, очевидно, с этого случая возникла неприязнь между двумя военачальниками.

25 августа 1944 г. С.Г.Горшкову присваивается звание вице-адмирала. С января 1945 г. он командует эскадрой Черноморского флота, самой крупной, по его оценке, в морских силах того времени корабельной эскадрой. Сергей Георгиевич также принимал активное участие в мероприятиях по подготовке и обеспечению проведения Ялтинской конференции руководителей держав антигитлеровской коалиции.

«Период командования С.Г.Горшковым эскадрой Черноморского флота – это был расцвет его деятельности, – писал адмирал В.С.Сысоев. – В эти годы на эскадре были выработаны многие принципы морской службы на плавающих соединениях. Достаточно сказать о вошедших в то время в практику боевой подготовки эскадры Черноморского флота, а позже и других флотов системе сбор-походов, практике сдачи экзаменов на самостоятельное управление кораблем, боевой частью, заведением от матроса до командира корабля и соединения. Нам, служившим в то время на эскадре, было видно, с какой настойчивостью вводил Сергей Георгиевич эти и другие новшества, ставшие потом основой руководящих документов для плавающих соединений. Можно смело утверждать, что эскадра Черноморского флота в то время была образцовым соединением и именно здесь

была заложена основа школы морской службы С.Г. Горшкова. Не случайно из состава эскадры Черноморского флота вышли многие видные военачальники, ставшие потом командующими флотами и заместителями Главнокомандующего. Среди них можно назвать таких, как адмирал флота С.М.Лобов, адмирал В.В.Михайлин, адмирал-инженер В.Г.Новиков и другие».

Сам Сергей Георгиевич так охарактеризовал этот период своей службы: «Четыре года командования эскадрой кораблей флота дали мне хорошую практику в руководстве крупными корабельными соединениями, в проведении больших восстановительных работ на кораблях и в местах базирования, в организации боевой и политической подготовки личного состава, в проведении испытаний новых, послевоенных кораблей и их оружия и техники».

Опыт участия в войне на Черноморском флоте были замечены командованием ВМФ, и С.Горшкова привлекали к участию в отработке предложений для первой послевоенной Программы военного кораблестроения на 1946–1955 гг. (ПВК-46), он возглавил секцию крейсеров и эсминцев.

В ноябре 1948 г. Сергея Георгиевича назначили начальником штаба Черноморского флота, где основные усилия он направил на отработку планов подготовки сил флота к ведению боевых действий в условиях возможного применения атомного оружия в войне на море.

В феврале 1950 г. было восстановлено Военно-морское министерство. Министром был назначен Н.Г.Кузнецов, его первым заместителем – адмирал Н.Е.Басистый. Командующим Черноморским флотом – С.Г.Горшков. В 1953 г. Сергею Георгиевичу присваивается звание адмирала.

15 марта 1953 г. было проведено объединение Военного и Военно-морского министерств в Министерство обороны. Н.Г. Кузнецов был назначен первым заместителем министра обороны и главнокомандующим ВМФ. Надо отметить, что сам путь С.Г.Горшкова «наверх», в главкомы, определил Николай Герасимович Кузнецов, знавший его еще с довоенных времен. Н.Г.Кузнецов занимал пост главкома ВМФ после войны, но к 1955 г. серьезно заболел и в связи с этим обратился к министру обороны маршалу Г.К.Жукову с просьбой освободить его от высокой должности и перевести на другую. Ответа Н.Кузнецов не получил, но ему было разрешено подобрать такого заместителя, который мог бы полноценно исполнять все соответствующие должности. Николай Герасимович назвал имя адмирала С.Г.Горшкова, в то время командовавшего Черноморским

флотом. Так, в июле 1955 г. Сергей Георгиевич занял пост первого заместителя ГК ВМФ.

Но и в начале самой высокой военноморской карьеры С.Г.Горшкову пришлось пройти еще через одно испытание. В ночь на 29 октября 1955 г. под килем линейного корабля «Новороссийск» (бывший итальянский линкор «Джулио Чезаре», «Юлий Цезарь»), стоявшего в Севастопольской бухте на штатных швартовых бочках, раздался неимоверный взрыв. Флагманский корабль Черноморского флота погиб, унеся с собой 657 жизней курсантов и моряков. Менее чем за четыре месяца до этого С.Г.Горшков покинул пост командующего Черноморским флотом, передав его вице-адмиралу В.А.Пархоменко (сыну легендарного комдива). На момент трагедии Сергей Георгиевич фактически руководил всем военно-морским флотом, так как Н.Г.Кузнецов уже полгода почти не исполнял обязанности ГК ВМФ из-за болезни. Казалось, что гибель линкора не может не отразиться на судьбе адмирала. Но 15 декабря 1955 г. с должности снимают лишь приемника С.Г.Горшкова – В.А.Пархоменко. Более того, от командования военно-морским флотом окончательно отстраняют Н.Г.Кузнецова, освобождая его от должности главкома ВМФ и увольняя с военной службы. А С.Г.Горшков 5 января 1956 г. становится главкомом ВМФ и первым заместителем министра обороны СССР. С этого момента вся ответственность за подготовку планов строительства кораблей ВМФ легла на его плечи.

Начало его деятельности на посту главнокомандующего ВМФ СССР совпало с трудным периодом в жизни флота: гибель линкора «Новороссийск» в Севастопольской бухте, снятие Н.Г.Кузнецова с должности главкома ВМФ, недовольство высшего партийного и государственного руководства страны планами строительства флота.

С.Г.Горшков отстаивал свою генеральную линию по строительству флота, вскоре одобренную в верхах: «При проектировании и строительстве флота в атомном веке мы должны исходить из нашей доктрины с ее оборонительной направленностью и не копировать западные державы, идти своим путем, с учетом возможностей нашей промышленности. Наша концепция – это курс на создание в первую очередь подводного флота и морской ракетной авиации, а затем и надводных кораблей, чтобы защитить Родину от всяких случайностей».

Практические результаты многолетней деятельности С.Г.Горшкова на посту главкома показывают, что он сумел правильно выбрать стратегию строительства флота и тактические приемы

ее реализации. Начавшаяся научно-техническая революция в военном деле требовала выработки путей развития флота, определения облика новых кораблей и систем вооружения. По этому вопросу среди высшего командного состава флотов не было единства мнений. Разные мнения существовали и в руководстве Министерства обороны и Генерального штаба. Кроме того, был и чисто морально-психологический аспект – С.Г.Горшков был значительно моложе многих адмиралов, командовавших флотами в годы войны и находящихся на различных должностях в ВМФ и Министерстве обороны. Ядро высшего военного руководства страны составляли маршалы и генералы армии. Вряд ли С.Г.Горшков мог рассчитывать и надеяться на их поддержку и понимание. Эти обстоятельства требовали от 46-летнего главкома напряженной организаторской работы. Благодаря своим знаниям военно-морского дела, личному участию в боевых действиях на море и на суше в годы войны, твердому характеру и умению строить взаимоотношения с людьми, Сергей Георгиевич успешно справился с трудностями. В конце января 1956 г. Совет Обороны рассмотрел и одобрил подготовленный ВМФ и согласованный с министерствами оборонных отраслей промышленности план проектирования и строительства кораблей на 1956–1960 гг., который был утвержден.

Так начался важнейший поворотный этап в создании современного флота в условиях набравшей обороты научно-технической революции. Принятая семилетняя программа военного кораблестроения была успешно выполнена.

Из-за волюнтаризма Н.С.Хрущева, не пожелавшего прислушаться к мнению специалистов и главкома С.Г.Горшкова, флоту был нанесен серьезный урон. Постановлением Совета Министров СССР от 25 марта 1958 г. было прекращено его строительство и отправлены на металлолом из состава флота 240 надводных кораблей (в основном артиллерийских) как «не нужных в ракетно-ядерной войне». При резком сокращении личного состава с флота ушло немало хороших специалистов. После ухода Н.Хрущева эти ошибки были исправлены.

Основой советского ВМФ стали подводные лодки и морская авиация, способные с началом боевых действий нанести мощный удар противнику и одержать победу на море. Это положение и поддерживал главком ВМФ С.Г.Горшков. Со стапелей сходили атомные торпедные подводные лодки, с 1960 г. их начали вооружать баллистическими ракетами.

Сергей Георгиевич был идеологом и организатором создания океанского ра-

кетно-ядерного атомного флота, и в этой работе он стремился приобрести союзников и соратников среди руководства оборонного комплекса страны, прежде всего судостроения. Он организовывает выставки-показы новых кораблей и систем вооружения непосредственно на флотах, приглашает на них руководителей партии и правительства, министров, директоров крупных заводов, а также генеральных и главных конструкторов. Показы сопровождались выходами кораблей в море, где проводились тактические учения с выполнением пусков ракет, торпедных и артиллерийских стрельб, полетами авиации. В ходе выставок проходило обсуждение вопросов не только строительства кораблей и создания систем вооружения, но и развития инфраструктуры флотов, а также социальных проблем.

При определении перспектив развития флота С.Г. Горшков всегда опирался на науку, прежде всего на работу институтов и академий ВМФ. Сергей Георгиевич был противником копирования зарубежных кораблей и вооружения, хотя изучению зарубежного опыта он придавал немалое значение. Именно при С.Г. Горшкове советский ВМФ вышел на просторы Мирового океана.

С.Г. Горшков с большим уважением и вниманием относился и к выдающимся ученым, которые внесли существенный вклад в строительство современного флота. В первую очередь следует назвать академика А.П. Александрова, научная и практическая работа которого была тесно связана с флотом еще в довоенные годы. С.Г. Горшков высоко ценил творческую деятельность генеральных и главных конструкторов кораблей и систем вооружения, избранных в состав АН СССР: академиков Н.Н. Исанина, С.Н. Ковалева, В.Н. Челомея, В.П. Макеева, П.Д. Грушина, Б.П. Жукова, Ю.Б. Харитона, Е.И. Забабахина, А.И. Савина, В.С. Семенихина, А.А. Туполева, С.В. Ильюшина, Р.А. Белякова, Г.М. Бериева. Со всеми этими неординарными личностями, как и со многими другими, Сергей Георгиевич решал важные для развития ВМФ вопросы. Он пользовался авторитетом и уважением в 70–80-е гг. ученых страны. Его способности быстро уловить смысл разговора и принять решение удивляли и даже завидовали. Несомненно, Сергей Георгиевич обладал твердым и волевым характером и, как известно, никогда не менял своих решений. Об этом образно говорил Адмирал Флота Н.Д. Сергеев: «Но обвинять его в волюнтаризме при принятии решений по вопросам кораблестроения, я считаю, не только неправомерным, но и заведомо ложным наговором. За 14 лет службы в центральном аппарате ВМФ, а это почти половина срока

его командования флотом, при чем вторая половина, когда у С.Г. Горшкова был огромный авторитет не только в ВМФ и Минобороны, но и в правительстве, и высших партийных кругах, я элементов волюнтаризма не замечал. По собственному опыту свидетельствую, что при личных докладах он был официален и строг, но это не исключало возможности докладывающему изложить свои мысли и даже дебатировать по сути вопроса». В своей организаторской работе по строительству флота С.Г. Горшков опирался на заказывающие управления.

С.Г. Горшков совершал вместе с руководителями министерств и ведомств поездки в НИИ и КБ промышленности по делам кораблестроения, побывал практически во всех головных организациях, во многих неоднократно. Он был очень восприимчив к новым предложениям ученых и конструкторов и активно поддерживал их. Массовое внедрение противокорабельных ракет на подводные лодки, надводные корабли и самолеты морской авиации обеспечило определенное равновесие сил в океане. Создание автоматизированного атомного подводного истребителя подводных лодок (научный руководитель – академик А.П. Александров) явилось важнейшим достижением в подводном кораблестроении. Особое внимание в поездках на флоты С.Г. Горшков обращал на безаварийную эксплуатацию кораблей, подготовку личного состава к борьбе за живучесть.

Сергея Георгиевича многие годы связывали дружеские, деловые отношения с выдающимися руководителями оборонных отраслей промышленности: Б.Е. Бутомой (судостроение), Е.П. Славским (атомная), С.А. Афанасьевым (ракетно-космическая), С.А. Зверевым и П.В. Финогеновым (оборонная), В.В. Бахиревым (боеприпасы и твердые топлива), В.Д. Калмыковым и П.С. Плешаковым (радиотехническая), Э.К. Первышиным (средства связи).

Звание Героя Советского Союза с вручением ордена Ленина и медали «Золотая Звезда» Адмиралу Флота Сергею Георгиевичу Горшкову присвоено Указом Президиума Верховного Совета СССР от 7 мая 1965 г. «за умелое руководство войсками, личное мужество, проявленное в борьбе с немецко-фашистскими захватчиками». 26 октября 1967 г. С.Г. Горшкову присвоено высшее воинское звание «Адмирал Флота Советского Союза».

В середине 60-х гг. по инициативе главкома кораблей и подводные лодки советского ВМФ начали нести боевую службу в Средиземном море, в Индийском океане, в Атлантике и западном районе Тихого океана. Несение боевой службы эскадрами надводных кораблей и многоцелевых подводных лодок, как и

боевое патрулирование подводных ракетно-носцев, являлось высшей формой боевой и оперативной подготовки ВМФ.

14 апреля 1970 г. начались общекорпусные маневры советского ВМФ под кодовым названием «Океан». Руководил ими С.Г. Горшков. Маневры продолжались до 8 мая 1970 г. и были самыми крупными учениями в истории не только нашего флота, но и всех флотов морских держав мира. Они показали всему миру, что советский ВМФ способен успешно решать задачи по защите государственных интересов страны.

В 1975 и 1980 г. в нашем флоте под руководством С.Г. Горшкова также проводились широкомасштабные учения под названием «Океан-75» и «Океан-80».

Вторую медаль «Золотая Звезда» С.Г. Горшков получил согласно Указу Президиума Верховного Совета СССР от 21 декабря 1982 г. «за большой вклад в боевую готовность Военно-Морского Флота, оснащение его боевыми кораблями и умелое руководство ими».

В конце 80-х г. были выполнены планы по строительству флота, разработанные под руководством С.Г. Горшкова, создан мощный океанский ракетно-ядерный флот, достойно представлявший страну на просторах Мирового океана.

Сергей Георгиевич Горшков закончил свое 30-летнее руководство ВМФ 9 декабря 1985 г. В тот день он подписал свой последний приказ №320: «Решением Центрального комитета КПСС и по приказу министра обороны я передал обязанности Главнокомандующего ВМФ и заместителя министра обороны адмиралу флота Чернавину Владимиру Николаевичу и перешел в группу Генеральных инспекторов Министерства обороны... Желаю всему личному составу флота неизменно благополучного плавания, успехов в службе и личного счастья». Им лично была написана шифрованная телеграмма, которая ушла на все флоты, в которой он благодарил весь личный состав флота за совместную службу. Практически этой телеграммой он простился с ВМФ.

С.Г. Горшкову были присущи чувство нового, творческий подход к делу, а в боевой обстановке – смелость, воля и мужество. Он имел научные труды по истории ВМФ, его тактики и оперативного искусства. Его книга «Морская мощь государства» стала классикой мировой геополитики, выдержала несколько изданий в СССР, переведена на многие другие языки и опубликована более чем в 30 зарубежных странах.

Заслуги Сергея Георгиевича Горшкова были высоко оценены Родиной. Дважды Герой Советского Союза, награжден пятью орденами Ленина, орденом Октябрьской революции, четырьмя

орденами Красного Знамени, орденами Ушакова 1-й и 2-й степени, Кутузова 1-й степени, «Красной Звезды», а также многими иностранными медалями и орденами. Ему было вручено Почетное оружие. С.Г.Горшков был Почетным гражданином городов Севастополя, Владивостока, Бердянска, Ейска и др.

Также Сергей Георгиевич был удостоен двух самых престижных премий, Государственной и Ленинской, за 1980 и 1985 гг.

13 мая 1988 г. после тяжелой продолжительной болезни на 79-м году жизни Сергей Георгиевич Горшков скончался. Похоронен он в Москве на Новодевичьем кладбище.

Главный итог его жизни – создание мощного океанского, ракетно-ядерного, атомного флота страны и вывод его в Мировой океан.

При поддержке «Клуба адмиралов» в конце 2008 г. издана книга «Главком. Жизнь и деятельность Адмирала фло-

та Советского Союза С.Г. Горшкова». Неоценимую помощь в работе над ней автору М.С. Монакову оказали Елена Сергеевна и Игорь Сергеевич Горшковы, адмирал флота Владимир Иванович Куроедов – председатель «Клуба адмиралов».

Памятники С. Г. Горшкову установлены в Коломне (автор – скульптор Л.Е.Кербель) и Новороссийске. Его имя носят Центральный госпиталь ВМФ, школа №1 в г. Коломне, которую он окончил в 1926 г., муниципальное общеобразовательное учреждение гимназия №9 Коломны, улица в п. Кулапна Московской области, Технико-экономический лицей и микрорайон Новороссийска, носил авианесущий крейсер. В 2006 г. учреждена ведомственная медаль МО РФ «Адмирал Горшков».

На родине выдающегося флотоводца в старинном украинском городе Каменец-Подольский заложен камень, на

месте которого будет поставлен памятник С.Г.Горшкову, инициатором установки которого выступила всеукраинская Ассоциация моряков-подводников, которую возглавляет бывший командир атомного подводного ракетного типа «Акула», капитан 1 ранга запаса А.В. Кузьмин.

Депутат украинского парламента от фракции Партии регионов Вадим Колесниченко внес на рассмотрение Верховной Рады проект постановления «О праздновании 100-летия со дня рождения дважды Героя Советского Союза, Адмирала Флота Советского Союза Сергея Георгиевича Горшкова». ■

Р.С. При написании данной работы использованы некоторые данные статьи заместителя главнокомандующего ВМФ по кораблестроению и вооружению (1986–1992 гг.) адмирала Ф.И. Новоселова «К 100-летию адмирала флота Советского Союза Горшкова».

Э тот «круглый стол» состоялся 17 декабря 2009 г. в Доме ученых и был посвящен 100-тию со дня рождения С.Г. Горшкова. В его работе приняли участие представители научных учреждений, высших военно-морских и морских учебных заведений, Центрального военно-морского музея; отдела Санкт-Петербургской епархии по связям с ВМФ РФ, общественных организаций, исполнительных и законодательных органов власти Петербурга, в том числе – первый заместитель председателя Санкт-Петербургского Морского Собрания адмирал В.П. Иванов; директор Российского государственного архива ВМФ капитан 1 ранга С. В. Чернявский; генеральный конструктор Северного

«КРУГЛЫЙ СТОЛ»: «АДМИРАЛ ФЛОТА СОВЕТСКОГО СОЮЗА СЕРГЕЙ ГЕОРГИЕВИЧ ГОРШКОВ – СОЗДАТЕЛЬ СОВЕТСКОГО РАКЕТНО- ЯДЕРНОГО ОКЕАНСКОГО АТОМНОГО ФЛОТА»



Участники «круглого стола»

ПКБ д-р техн. наук проф. В. Е. Юхнин; директор издательской фирмы «Наука» С.В. Вальчук.

Перед началом «круглого стола» его участники осмотрели фотовыставку, посвященную Сергею Георгиевичу Горшкову. Открыл «круглый стол» председатель военно-исторической секции Дома ученых РАН проф. С. П. Сирый. Председатель отдела по связям РПЦ с ВМФ, настоятель Чесменской церкви протоиерей А.С. Крылов благословил работу.

С краткими докладами и сообщениями выступили адмирал В. П. Иванов, В. Е. Юхнин, С.В. Чернявский, С.В. Вальчук, курсант 12-й роты штурманско-гидрографического факультета Морского корпуса Петра Великого Кирилл Пивень и др.



К.В. Пивень

Подвел итоги «круглого стола» и поблагодарил ее участников за активную работу В. П. Иванов.

Профессор С.П. Сирый

ИЗ ВЫСТУПЛЕНИЯ АДМИРАЛА В.П. ИВАНОВА

Сегодня мы отмечаем 100 лет со дня рождения выдающегося флотоводца, государственного деятеля, дважды Героя Советского Союза, Адмирала Флота Советского Союза Сергея Георгиевича Горшкова. Мне посчастливилось с ним служить в Оперативном управлении ВМФ СССР. Должен сказать, что всю свою жизнь, насколько я пом-

ры на Северном флоте, на Тихоокеанском флоте.

О Сергее Георгиевиче Горшкове нельзя сказать кратко. Хочется осветить его деятельность и в период Великой Отечественной войны, и до нее, и, конечно, в послевоенное время, когда он строил ракетно-ядерный океанский атомный флот. В частности, как начальник Оперативного управления я постоянно сопровождал его в поездках на Северный, Тихоокеанский, Черноморский и Балтийский флот, и везде он умел быстро вникнуть в суть дела, разобраться в обстановке, найти выход из сложной ситуации, не рубил никогда с плеча, относился с уважением к офицерам, очень почитал и продвигал по службе умных и грамотных офицеров ВМФ. Ежедневно утром мне приходилось докладывать оперативную обстановку в ВМФ: в базах, на боевом дежурстве каждого корабля, какие боевые упражнения тот должен выполнять и что планируется на следующий день. А в то время кораблей и подводных лодок на боевой службе и боевом дежурстве было более 600 по всем флотам. Были ли у меня сбои? Да, конечно, были, потому что поначалу очень труд-



В.П. Иванов

ню, он полностью отдавал себя делу строительства ВМФ, его развитию. Я не видел в последующем ни у одного главкома, кроме Сергея Георгиевича Горшкова, личной тетради, в которую постоянно заносились бы пометки о совершенствовании деятельности ВМФ СССР. Многие новые тактические, оперативные и стратегические приемы были разработаны им именно так. Взять хотя бы противоваианосные дивизии многоцелевых атомных подводных лодок, создание 5-й оперативной эскадры на Средиземном море, эскад-

но было запомнить все, что делается на флоте. Но Сергей Георгиевич никогда не ругал меня, если я ошибался. Он был незлобивым. И если ты ошибался, он мог тебя покритиковать, не повышая голоса. А если видел, что человек правильно воспринимает замечание, то не терял уважения к нему, к тем, с кем служил. Он отлично знал ситуацию в ВМФ, и, должен сказать, именно его большая самоотдача, умение, знания, опыт позволили ему продвигаться по службе, получать награды от правительства и строить флот...

В 1976 г. Сергей Георгиевич приехал на Северный флот и посетил дивизию атомных подводных лодок, которой командовал я, и задал вопрос: «Как вы считаете, сколько может служить атомная подводная лодка в составе ВМФ?». А в то время слова «ремонт», «техническое обслуживание» и «модернизация» воспринимались очень негативно, потому что не было возможности обеспечивать все корабли в полном объеме ремонтом и модернизацией. Я по неопытности говорю ему: «Если нормально проводить техническое обслуживание атомной подводной лодки, то она будет служить 30 лет». С тех пор и начали создавать все для того, чтобы подводная лодка находилась в строю около 30 лет.

Должен сказать, что Сергей Георгиевич Горшков стремился разработать свою концепцию развития судостроительной промышленности. Он не боялся брать ответственность на себя и доводить построенные корабли «до ума» уже силами офицеров и личного состава флота, конечно, вместе с промышленностью и учеными. А сегодня построили новейшую подводную лодку «Санкт-Петербург», причем ее начали проектировать еще до 1991 г., но никак не могут довести до совершенства.

Я Сергея Георгиевича глубоко уважал, уважаю и буду уважать и за усилия по строительству боевого военно-морского флота, и за то внимание к обучению личного состава, его содержанию, тренировкам в море. Ну, и, конечно, за усилия по совершенствованию системы военно-морского образования и военно-морской академии, и в военно-морских училищах. Многие из этого опыта в настоящее время неплохо бы вспомнить. И мне не нравится, что некоторые сейчас пытаются очернить его, как и предложение перевести из Санкт-Петербурга в Кронштадт все военно-морские учебные заведения, объединить в так называемый комплекс ВУНЦ.

ИЗ ВЫСТУПЛЕНИЯ ГЕНЕРАЛЬНОГО КОНСТРУКТОРА СЕВЕРНОГО ПКБ Д-РА ТЕХН. НАУК, ПРОФ. В.Е. ЮХНИНА

Для нас Сергей Георгиевич Горшков был создателем военно-морского флота. Он рассматривал и лично утверждал все технические задания, как и направления по многим научно-исследовательским работам. Лично. Во время строительства кораблей он посещал, и неоднократно, строительные заводы, которые строили боевые корабли. Начало строительства кораблей третьего поколения, к которым относятся крейсер «Киров» и последующие крейсера проекта 1164 «Слава», эсминцы проек-



В.Е. Юшин

та 956 (головной корабль «Современный»), большие противолодочные корабли проекта 1155 (головной корабль «Удалой») и многие другие. Посещал судостроительные заводы, где строились эти корабли, встречался с директорами заводов, с главными строителями, интересуясь, как нужно помочь предприятию, чтобы корабль был сдан в срок, нормально прошел испытания. А корабль построить очень сложно, проектировать тоже очень сложно. Но не менее сложно его испытать, обучить команду и экипажи. И на каждом этапе этого процесса Сергей Георгиевич всегда помогал. Вот, например, при строительстве на Балтийском заводе головного атомного тяжелого крейсера типа «Киров» проекта 1144, а я сам был свидетелем этого случая, поскольку уже возглавлял конструкторское бюро, он принимал главный командный пост. На большой площади Балтийского завода в натуральную величину был сделан макет этого поста. С.Г.Горшков пригласил большую комиссию, офицеров из Военно-морской академии и командиров кораблей и предложил главному конструктору корабля Борису Израилевичу Купенскому сделать доклад. После этого выслушал мнения и советы офицеров и подвел итоги. Надо сказать, что у Сергея Георгиевича была прекрасная память. Он был большой умница, чувствовал как флотоводец, что командиру надо. Он медленно говорил, степенно, его слушать было всегда большое удовольствие. «Ты мне сделай вот так, – сказал Сергей Георгиевич, и после этого подписал акт о приемке этого макета прямо тут же. – Я подписал, замечания составьте в виде приложения и внедряйте».

Хорошо помню, как мы строили головной корабль проекта 956 – это артиллерийский эсминец. При испытаниях на Балтике были крупные неприятности, связанные с разрывом снарядов в канале ствола пушки. И долго не удавалось найти причину этого. Снаряд начинает выходить и в канале ствола разрывается, а осколки летели на ГКП. Была опасность кого-либо поранить. Причина оказалась технологическая: при заливке снаряда взрывчатым веществом в нем образовывались трещины. При воспламенении площадь горения резко увеличивалась, и снаряд взрывался в канале ствола, не успев выйти из него. Сергей Георгиевич, не будучи химиком, внимательно проанализировал эти случаи и по существу направил работу комиссии. Короче говоря, давал поручения.

Сергей Георгиевич был серьезнейшим государственным деятелем. Он неоднократно бывал у нас в конструкторском бюро. С ним всегда приезжали его помощники: Герой Социалистического Труда адмирал Павел Григорьевич Котов, начальник технического управления ВМФ инженер-адмирал Василий Григорьевич Новиков, начальники институтов (тогда только в 1-м Институте было семь адмиралов, был Коршунов, потом был Виктор Николаевич Буров, Михаил Михайлович Будаев). Он задавал вопросы, затем шла дискуссия, и после этого обязательно составлялся лист поручений, который по существу становился приказом для нас.

Он довольно часто приезжал к нам в бюро, раз в квартал обязательно. Садился, ему приносили горячий чай в подстаканнике (он это обожал), лимончик и, попивая чай, он говорил мне: «В про-

шлый раз я просил тебя проработать такой то вопрос. Ну как? Получается или нет?». А мы, конечно, готовились и начинали докладывать. Надо сказать, не было в нем упрямства, мол, как же так? Я сказал, а ты мне говоришь, что не получается. «А как получается? Что нужно сделать?», – интересовался он. В такой дискуссии родился, например, чисто противолодочный корабль проекта 1155 «Чабаненко».

Корабли проекта 1155 БПК не имели ударного оружия, «москитов» там не было, там имелись «раструбы», ракетоторпеды, побортно по восемь штук. В принципе, корабли проектов 956 и 1155 должны были плавать в паре. У американцев были «Спрюенсы» (30 штук), у нас – паротурбинные и газотурбинные. И только, когда появился комплекс «Водопад», ракетоторпеды, мы смогли построить корабль сильнее «Спрюенса», но всего один. А таких кораблей нашему флоту надо было бы больше иметь.

Когда министром обороны был Дмитрий Федорович Устинов, С.Г. Горшков несколько раз приезжал в Североморск вместе с ним, собирал в кают-компаниях конструкторов, представителей промышленности и проводил совещание вместе с офицерами. Он говорил офицерам: «Вот перед вами – представители промышленности. Задавайте им вопросы». Всегда поднимал принципиальные проблемы, например, освоения гидроакустики. Серьезнейшее это было дело, тогда надо было бороться с акустическими шумами, поскольку дальность акустического обнаружения зависела от шумности корабля. Представитель из «Морфизприбора» Янковский тогда заметил, что надо проводить серьезные испытания, а аппаратуры нет – для ее приобретения необходима была валюта. Сергей Георгиевич предложил: «Подготовьте обращение за моей подписью». На этом основании он помогал «выбивать» нужные средства.

Мне повезло в жизни работать рядом с таким выдающимся человеком. Корабли третьего поколения: атомные крейсера проекта 1144, газотурбинные крейсера проекта 1164, эсминцы проекта 956, БПК проекта 1155 – все это детища Сергея Георгиевича. И то, что новейший корабль России, который строится сегодня на Северной верфи, получил имя «Сергей Горшков» – это, конечно, правильно. Очень хотелось бы, чтобы традиция строительства Российского флота при непосредственном участии Главнокомандующего ВМФ России продолжалась. Вот на этой ноте я и хотел бы закончить свое выступление. ■

В 1859 и 1861 гг. в семье адмирала Константина Александровича Гирса, командира Свеаборгского порта и участника Крымской войны, родились два сына Александр и Владимир и дочь Мария. Отец происходил из старинного дворянского рода шведского происхождения, поселившегося в России в середине XVIII в. Потомки Лоренца Гирса, первым перешедшего на русскую службу, занимали различные должности в государственных учреждениях. Постепенно сформировались две ветви рода; представители одной из них связали свою жизнь с флотом и морем, другие предпочитали дипломатическую службу. Один из представителей этой ветви Николай Карлович Гирс в 1882 г., после кончины князя Горчакова, сменил его на посту министра иностранных дел. Брат Константина Александровича Федор закончил службу во флоте в чине полного адмирала. Жена Константина Александровича – Анна Иосифовна Веселого – принадлежала к семье известного историографа флота. Дети в такой семье не могли не посвятить свою жизнь службе во флоте.



Николай Карлович Гирс

Особенно успешной была флотская служба младшего сына Владимира. После окончания Морского корпуса он специализируется в области артиллерии, и в 1887 г. его назначают старшим артиллерийским офицером фрегата «Светлана». Затем он последовательно занимает должности старшего артиллерийского офицера и ротного командира корвета «Рында», заведующего катерами императорской фамилии, командиром парохода «Онега» и императорской яхты «Марева». Далее следует командование учебными судами «Воин» и «Князь Пожарский» и крейсером «Богатырь», а также командование 2-м флотским экипажем.

Начиная с 1909 г. его судьба связана с кораблестроением: он – председатель Комиссии для приемных испыта-

ний вновь построенных и ремонтирующихся кораблей. С 1911 по 1913 гг. командовал Ревельским портом. Затем вице-адмирала Владимира Константиновича Гирса назначают начальником Главного управления кораблестроения императорского флота. Будучи одним из сподвижников морского министра В.К. Григоровича он участвует в реализации программы военного кораблестроения. После Октябрьской революции продолжал служить в Морском ве-



Федор Александрович Гирс

домстве. Однако в августе 1918 г., в дни «красного террора», объявленного после убийства Урицкого, он был арестован и вскоре утоплен вместе с 42 старшими офицерами на барже в Финском заливе. Когда их тела были выброшены морем на берег, оказалось, что перед расправой

офицеры были связаны по двое и трое колючей проволокой.



Владимир Константинович Гирс

Похожая судьба была и у его старшего брата Александра. До 1907 г. следует череда назначений и успешное продвижение по службе. Как и его брат, он командует пароходом «Онега», затем временно гвардейским экипажем, заведует катерами императорской фамилии. В 1907 г. его назначают командиром крейсера «Олег», но тут под его командованием крейсер садится на мель. Его отчисляют от командования крейсером и предают суду. Его вина не нашла полного подтверждения, так как мель не была указана на карте, и Александр временно командует гвардейским экипажем. В 1910 г. «высочайше

ДВА БРАТА, ДВЕ СУДЬБЫ

А.А. Русецкий, д-р техн. наук, проф.,
главный научный сотрудник ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова,
контакт. тел. (812) 723 6759



Семья адмирала Константина Александровича Гирса

соизволено не считать определенное судом наказание препятствием к дальнейшим назначениям и повышениям (его)



Александр Константинович Гирс

по службе». В 1912 г. его производят в генерал-майоры по Адмиралтейству и назначают командиром 2-го флотского экипажа. Вскоре приказом по Адмиралтейству ему объявляют благодарность за блестящее состояние экипажа. С 1911 г. он – председатель Морского Собрания, последний в дореволюционное время. После Февральской революции экипаж под его командованием направляется к Таврическому дворцу для присяги Государственной Думе.

Первого марта 1917 г. на глазах семьи он был убит матросами на своей квартире и выброшен в окно. Его тело лежало на поленице дров несколько дней, так как революционные матросы не позволяли родным его похоронить.

Однако, несмотря на эти трагедии, традиция служения флоту не обрывается. У Владимира Константиновича было два сына и дочь. Старший сын пропал без вести во время Гражданской войны (видимо, погиб в составе Белой армии), дочь умерла в 1918 г.

Младший сын Игорь Владимирович окончил в 1926 г. Морское техническое училище со званием корабельного инженера и был назначен помощником трюмного инженер-механика линкора «Парижская коммуна». В 1928 г. линкор встал на ремонт, и И.В. Гирс по совету В.Г. Власова перешел на службу в опытовый бассейн, находившийся в составе военно-морского флота. В бассейне он начал вести исследовательскую работу

в области сопротивления воды. Однако в 1935 г. дворянское происхождение послужило поводом для его демобилизации и последующего увольнения из опытового бассейна. Он перешел на работу в Речсудопроект, где специализировался в области ходкости речных судов. В 1940 г. после передачи опытового бассейна в состав ЦНИИ-45 судостроительной промышленности Игорь Владимирович был переведен в этот институт.

В 1944 г. он обратился с ходатайством о возвращении его на военную службу. Свою просьбу он, в частности, мотивировал тем, что его предки в течение ста лет служили в Российском флоте. Ходатайство было удовлетворено, и Игорь Владимирович был возвращен в кадры с повышением в звании.

Любопытно, что по существу одно и то же обстоятельство послужило основанием как для увольнения с воинской службы, так и возвращения на нее. В институте, который в дальнейшем был преобразован в ЦНИИ им.акад. А.Н.Крылова, Игорь Владимирович проработал всю свою жизнь. Длительное время он возглавлял подразделение ходкости, внес значительный вклад в развитие отечественного флота, будучи одним из создателей современного метода расчета ходкости. В конце жизни работал в области истории института и флота и умер в 1975 г. в звании капитана 1 ранга. До последних дней он вел активную общественную работу, воз-



Игорь Владимирович Гирс

главляя секцию мореходных качеств Научно-технического общества судостроителей им.акад.А.Н.Крылова.

Следующее поколение Гирсов уже не служило во флоте, но не утратило связи с морем и судостроением. Сын Игоря Владимировича Михаил Игоревич Гирс (родился в 1938 г.), окончивший Кораблестроительный институт, посвятил себя проектированию, строительству

и эксплуатации обитаемых подводных аппаратов для научно-исследовательских и поисковых работ. Как капитан-наставник он совершил 17 экспедиций, погружаясь в аппаратах во многие моря и океаны. В море провел времени больше, чем каждый из его предков, включая прадеда адмирала Федора Александровича. Участвовал в поисках сбитого 1 сентября 1983 г. южнокорейского самолета и первым обнаружил его следы. В настоящее время занимается проблемами проектирования и испытаний морских буровых установок.

У Александра Константиновича было два сына и две дочери. Старший сын Евгений Александрович (родился в 1891 г.) после окончания Морского корпуса служил в Российском флоте. Он был тяжело ранен во время пожара в артиллерийской башне и после выздоровления был назначен помощни-



Евгений Александрович Гирс

ком военно-морского атташе в Швеции. Он отказался признать Временное правительство и не вернулся в Россию после революции, а эмигрировал во Францию. Там он некоторое время работал шофером парижского такси. Там же он женился на француженке Алисе Антуан и вместе с ней уехал в Парагвай, где был назначен главным инспектором артиллерии. Умер он в конце 50-х гг. прошлого века в Аргентине. Сын его младшей дочери Наталии Александровны, по мужу Русецкой, автор этих строк, не служил во флоте, но посвятил ему и судостроению свою жизнь. После окончания в 1949 г. Ленинградского кораблестроительного института я 60 лет работаю в ЦНИИ им.акад. А.Н.Крылова, специализируясь в области корабельной гидродинамики. ■

5 февраля 2010 г. в Санкт-Петербурге прошли юбилейные мероприятия, посвященные 100-летию Санкт-Петербургского Морского Собрания. Накануне 4 февраля в Никольском кафедральном Морском соборе его настоятель протоиерей Богдано Сойко (духовник Собрания) освятил юбилейный флаг МС.

Юбилейная Ассамблея состояла из трех частей. 5 февраля в 12.00 в Петропавловской крепости председатель МС Н.В. Орлов в присутс-

34-я АССАМБЛЕЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО МОРСКОГО СОБРАНИЯ

С.П. Сирый, историограф и председатель секции истории Российского флота СПб МС, заслуженный работник высшей школы России, проф., капитан 1 ранга запаса
контакт. тел. (812) 4319423



Участники юбилейного выстрела

твии старшин, почетного члена Собрания заместителя ГК ВМФ РФ по воспитательной работе вице-адмирала Ф.С.Смуглина и заместителя командующего Черноморским флотом по воспитательной работе контр-адмирала А.Г. Пушкарева произвел из пушки юбилейный выстрел.

В 14.00 в Эрмитажном театре началась торжественная часть, которую открыл директор Эрмитажа М.Б. Пиотровский. С вступительным словом выступил заместитель начальника Главного штаба ВМФ России вице-адмирал О.В. Бурцев. Затем вице-адмиралом Ф.С. Смуглин зачитал приказ ГК ВМФ

России адмирала В.С. Высоцкого о награждении Санкт-Петербургского Морского Собрания юбилейным флагом, который был торжественно вручен председателю МС Н.В. Орлову.

Вице-адмирал Ф.С. Смуглин огласил также приказ ГК ВМФ России В.С.Высоцкого о награждении членов СПбМС наградами Министерства обороны: медалью имени Адмирала Флота Советского Союза Н.Г.Кузнецова и медалью имени Адмирала Флота Советского Союза С.Г.Горшкова. Награды вручал вице-адмирал О.В.Бурцев. После этого вице-губернатором Санкт-Петербурга, руководителем Администрации губернатора А.И.Вахмистров зачитал поздравление от губернатора города В.И. Матвиенко. Протоиерей Богдано Сойко освятил работу юбилейной Ассамблеи и вручил Н.В.Орлову серебряную медаль Св. Первоверховного Апостола Петра, которой его наградили митрополит Санкт-Петербургский и Ладожский Владимир. Затем А.И. Полукеев огласил приветственный адрес от полномочного представителя Президента РФ по Северо-Западному федеральному округу.



Вручение юбилейного флага

Награды Морского Собрания



Военно-морской атташе Великобритании в России, капитан 1 ранга Саймон Эйри, Генеральный консул Великобритании в СПб Уильям Эллиотт, ответственный секретарь Морского совета при правительстве СПб Т.И. Чекалова

флотов. От московского клуба адмиралов поздравительный памятный адрес был вручен заместителем председателя этого клуба адмиралом И.Ф. Васильевым. Он также огласил постановление московского клуба адмиралов о приеме Н.В.Орлова его почетным членом. После этого первым заместителем председателя СПб МС адмиралом В.П. Ивановым был зачитан приказ по МС о награждении наградами наиболее отличившихся членов.

После небольшого перерыва силами ансамбля Ленинградского военного округа был дан праздничный концерт.

В заключение, в честь этого события, в г. Пушкине состоялся торжественный



Ф.С. Смуглин, вице-адмирал, зам. ГК ВМФ, А.Л. Балыбердин, вице-адмирал, ответственный секретарь Морской коллегии при правительстве РФ, Г.В. Вилинбахов, председатель Герольдического совета при Президенте РФ



В.А. Попов, адмирал, председатель Комиссии по национальной морской политике Совета Федерации РФ, О.В. Бурцев, вице-адмирал, зам. начальника главного штаба ВМФ

Председатель комиссии по национальной политике Совета Федерации адмирал В.А. Попов вручил Н.В.Орлову приветственный адрес от Председателя Совета Федерации С.М. Миронова и



Награждение орденом Морского собрания А.Б. Фомичева, генерального директора ОАО СЗ «Северная верфь»



Участники торжественного собрания

наградил его медалью Совета Федерации. Подарки и памятные поздравительные адреса были вручены Н.В.Орлову делегациями Северного, Тихоокеанского, Балтийского и Черноморского

прием. Прибывающих на входе в Екатерининский зал дворца встречал председатель СПб МС Н.В. Орлов и директор ГМЗ «Царское Село» О.В.Таратынова. Торжественность со-



Ансамбль ЛВО

бытия подчеркивала игра прекрасного оркестра дворца.

Окончился торжественный прием красочным фейерверком и гулянием в парке дворца. ■

Автор представляет статью в электронном виде объемом до 20 000 знаков с распечаткой (1 экз.). Текст набирается в редакторе MS Word под Windows. Иллюстрации, помещенные в статью, должны быть представлены дополнительно в форматах: TIFF CMYK (полноцветные), TIFF GRAYSCALE (полутоновые), TIFF BITMAP (штриховые), EPS, JPEG, с разрешением 300 dpi для полутоновых, 600 dpi для штриховых и в размерах, желательных для размещения.

Статья должна содержать реферат объемом до 500 знаков, ключевые слова и библиографо-библиотечный индекс УДК. Автор указывает ученую степень, ученое звание, место работы, должность и контактный телефон, а также дает в письменной форме разрешение редакции журнала на размещение статьи в Интернете и Научной электронной библиотеке после публикации в журнале.

Статьи соискателей и аспирантов принимаются к публикации на бесплатной и безгонорарной основе. Рецензирование этих статей осуществляет редакционная коллегия с привлечением при необходимости профильных специалистов. В случае отказа в публикации автору высылается рецензия.

Содержание журнала ежеквартально представляется на рассмотрение редакционному совету. Решение о выпуске очередного номера оформляется протоколом.

РЕФЕРАТЫ

УДК Ключевые слова: итоги 2009 г., строительство кораблей.

ОАО ЦМКБ «Алмаз»: достижения года // Морской вестник. 2010. №1. С. 1.

Знакомит с судами и кораблями, построенными по проектам ЦМКБ «Алмаз» в 2009 г. Ил. 6.

УДК Ключевые слова: СФ «Алмаз», катер, судно, постройка, итоги года.

ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз»» подводит итоги за 2009 г. // Морской вестник. 2010. №1. С. 9.

Знакомит с итогами работы предприятия в 2009 г. Ил. 3.

УДК Ключевые слова: проектирование, передовые решения, требования заказчика.

Ю.П. Волков, С.А. Милавин, В. В. Шаталов. Проектировании паромов различного назначения в ОАО «КБ «Вымпел»». История и современность // Морской вестник. 2010. №1. С. 11–13.

Одно из старейших проектных организаций – ОАО «Вымпел» (Н. Новгород) знакомит со своей деятельностью, начиная с 30-х гг. XX в. На фирме была спроектирована серия паромов (приведены их характеристики), соответствующие требованиям времени. Показаны методы работы с учетом передовых решений и требований заказчика. В 2010 г. КБ «Вымпел» отмечает свое 80-летие. Ил. 10.

УДК 629.5 Ключевые слова: суда смешанного плавания, танкеры, проектирование, класс «ВолгоДон макс».

Г. В. Егоров, И.А. Ильницкий. Концепция танкеров-продуктовозов-химовозов класса «ВолгоДон макс» нового поколения // Морской вестник. 2010. №1. С. 15–18.

Обоснованы главные характеристики и особенности танкера-продуктовоза-химовоза типа «Новая Армада» (проект RST22), как судна с полным использованием габаритов ВДСК, максимально возможным с позиций обеспечения ходкости коэффициентом общей полноты, повышенной грузоподъемностью при минимально возможной высоте борта; повышенной управляемостью в стесненных условиях, в шлюзах, каналах и на мелководье; обоснованной эксплуатационной надежностью конструкций судового корпуса при оптимальной металлоемкости последнего. Табл. 1. Библиогр. 5.

УДК Ключевые слова: Верфь «Ллойд», многоцелевое судно снабжения «Голубой гигант», преимущества.

Кристоф Витте. Многофункциональная поддержка // Морской вестник. 2010. №1. С. 20–21. В связи с прогнозируемым развитием освоения нефтегазоносных регионов и, как следствие, увеличением количества разрабатываемых нефтяных и газовых скважин возникает спрос на суда большой грузоподъемности для перевозки буровых платформ. Примером такого судна является многоцелевое судно «Голубой гигант», в переломке которого участвовала верфь «Ллойд». Ил. 2.

УДК 061.6 Ключевые слова: автоматизация, системы управления, регулирование, главные энергетические установки, комплексная автоматизация, микропроцессоры, сети обмена данными, тренажеры

К. Ю. Шиллов, В. В. Войтецкий, Становление и развитие научнопроизводственного объединения «Аврора» // Морской вестник. 2010. №1. С. 23–25.

Изложен процесс становления головного предприятия судостроительной отрасли по автоматизации кораблей и судов, его развития из небольшого отдела научноисследовательского института. Приведены результаты основных выполненных разработок, примеры кораблей и судов, которые оборудованы системами, созданными предприятием. Перечислены основные научно-технические направления, по которым проведены исследования и получены новые основополагающие результаты. Ил. 12.

УДК 529.5.061 Ключевые слова: система, управление движением, динамическое позиционирование, структура.

К.Ю. Шиллов, Ю.Н. Черныш, Ю.Н. Ляпин. Базовые решения для систем управления движением и динамическим позиционированием судов // Морской вестник. 2010. №1. С. 26–28.

Рассмотрена интегрированная система автоматического управления движением и динамическим позиционированием судов, ее функции, структура, состав. Ил. 9. Табл. 2.

УДК Ключевые слова: производство, итоги работы, судовой кабель.

В.С. Татарский. Кризис делу не помеха // Морской вестник. 2010. №1. С. 31.

Знакомит с итогами работы ОАО «ЭлектроРадиоАвтоматика», которое уверенно вступило в 2010 г. Знакомит с программой работ на перспективу. Ил. 2.

УДК Ключевые слова: кран судовой, колебания подвеса, конструктивное решение, система стабилизации.

А.А. Арутюнян, Д.В. Суслов, В.Д. Завирухо, А.А. Георгиев. Обоснование конструктивного решения системы стабилизации груза крана КЭГ20031С // Морской вестник. 2010. №1. С. 33–36.

Рассмотрено обоснование технического решения грузового подвеса крана КЭГ20031С, уточненного на этапе рабочего проекта изделия. Приведен анализ колебаний грузового подвеса груза крана КЭГ20031С, с учетом которого рассмотрены новые технические решения. Ил. 10. Библиогр. 10.

УДК Ключевые слова: подводный рабочий механизм, надежность, безопасность, анализ.

Карстен Д. Хагенах. Надежность подводных рабочих механизмов: проблемы, которые необходимо решать // Морской вестник. 2010. №1. С. 41–42.

Рассмотрены подводные рабочие механизмы, предназначенные для использования в условиях повышенной влажности и высокого давления. В связи с этим при их проектировании и постройке особое внимание надо уделять безопасности. Особое внимание уделено обеспечению их надежности и безопасности.

УДК 621.039.533.6 Ключевые слова: электрохимическая энергоустановка, подводный аппарат, повышение энергозапаса.

Н.П. Шаманов, А.Н. Волков. Использование электрохимических энергоустановок на подводных аппаратах // Морской вестник. 2010. №1. С. 43–44.

Показана целесообразность повышения энергозапаса на борту подводного аппарата путем

замены стандартных аккумуляторов на ЭХГ на основе твердотопливных элементов, в частности, интерметаллидных. Ил. 5. Библиогр. 2.

УДК 532.517 Ключевые слова: обтекание, твердое тело, сложная форма, спектр, гидродинамический шум, минимизация.

Е.В. Бахтатов. Уменьшение вихревого звукообразования при обтекании потоком жидкости твердых тел сложного профиля // Морской вестник. 2010. №1. С. 45–46.

Представлены результаты исследований вихревого звукообразования при обтекании потоком жидкости твердых тел сложного профиля (на примере малолетящего дроссельного устройства) на унифицированном стенде ПО «Севмаш». Показано, что спектрограмма уровней гидродинамического шума представляет собой сплошной спектр, на фоне которого имеются ярко выраженные дискретные составляющие. Выявлены преобладающие источники звука и даны рекомендации по минимизации уровней гидродинамического шума в таких устройствах. Результаты исследований могут быть использованы при проведении всех видов заводских стендовых испытаний, необходимых для проверки надежности и качества внедряемого на судах оборудования, в том числе и соответствия повышенным требованиям по виброшумовым и гидродинамическим характеристикам. Ил. 7. Библиогр. 9.

УДК Ключевые слова: нефтяная платформа, персонал, безопасность, подготовка.

Р.Н. Караев, В.Н. Разуваев. Безопасность жизнедеятельности, аварийноспасательная и противопожарная подготовка персонала нефтяных платформ // Морской вестник. 2010. №1. С. 47–50.

Рассмотрены технические и организационные аспекты подготовки персонала нефтяных платформ с целью их натренированности по обеспечению безопасности. Табл. 1. Ил. 4. Библиогр. 4.

УДК Ключевые слова: автоматическая идентификационная система, безопасность, мореплавание, обмен информацией.

В.А. Атаманюк, Ю.В. Баглюк, Ю.И. Базаров, Е.Л. Бродский, А.Н. Ратнер. Новое поколение автоматических идентификационных систем производства ЗАО «Транзас» // Морской вестник. 2010. №1. С. 51–54.

Рассмотрена аппаратура универсальной автоматической идентификационной системы класса «А», производства «Транзас»: судовая аппаратура, лотманский транспондер, береговая станция. Обозначены их преимущества, точность обмена информацией. Табл. 1. Ил. 7. Библиогр. 7.

УДК 556.18 Ключевые слова: рельеф дна, подводная лодка, обследование.

С.Б. Курсин. Альтернативный способ исследования рельефа дна подо льдами Арктики // Морской вестник. 2010. №1. С. 57–58.

Рассмотрены перспективы использования атомных подводных лодок для исследования рельефа дна океана в районах Арктики. Исходя из критерия точность/затраты выявлены два оптимальных варианта такого использования. Актуальность решения проблемы связана с необходимостью обоснования внешней границы континентального шельфа в Северном Ледовитом океане. Ил. 2

УДК Ключевые слова: нагрузка судна, математическая модель.

Май Куок Чыонг. Разработка математической модели изменения нагрузки судна в рейсе для МРС Вьетнама // Морской вестник. 2010. №1. С. 59–61.

Приведен пример разработки математической модели по изменению нагрузки судна в рейсе. Табл. 4. Ил. 6. Библиогр. 3.

УДК 629.065 **Ключевые слова:** нефть, шельф, отгрузка, грузовые устройства, шланги, танкер, платформа, терминал, «Приразломная», Варандей.

К.А. Смирнов, И.А. Моряков, В.В. Лебедев, А.О. Попко. Отгрузка нефти с морских платформ и выносных причальных устройств // Морской вестник. 2010. №1. С. 63–65.

Рассмотрены системы нефтеотгрузки и выносные причальные устройства различных производителей. Особое внимание уделено системе прямой отгрузки нефти башенного типа, ее устройству и оборудованию. Обозначена необходимость разработки собственных технологий отгрузки наливных грузов с шельфовых объектов. Ил. 8. Табл. 1.

УДК **Ключевые слова:** газовая модель судна, размерения, оптимизация.

А.Н.Суслов, Г.В. Тарица, М.А. Гулев. Пути оптимизации главных размерений современных судов-газовозов со сферическими грузовыми емкостями // Морской вестник. 2010. №1. С. 67–68.

Показаны возможности использования систем автоматизации проектирования корпуса судна-газовоза для оперативного построения модели с целью конечно-элементного анализа и оптимизации главных элементов. Табл. 1. Ил. 7.

УДК 629.5.023.4 **Ключевые слова:** дефлаграция, дефлаграционный взрыв танкера, разрушение конструкции, горение, газовоздушная смесь, моделирование переходных процессов, дефлаграционное давление.

Аунг Мью Вин, О.Я. Тимофеев. Моделирование разрушения конструкций танкеров при внутренних дефлаграционных взрывах // Морской вестник. 2010. №1. С. 69–70.

Описаны физические основы дефлаграционного взрыва и рассмотрены некоторые требования к моделированию переходных процессов при воздействии взрыва на конструкцию. Выполнена корректировка текущего давления на конструкцию танка в зависимости от размеров зоны разрушения. Корректировка реализована с помощью программного комплекса «ANSYS».

УДК **Ключевые слова:** проектирование, инженерный расчет, средства океанотехники, системы автоматизации.

В.А. Мацкевич, В.П. Осипенко, А.В. Мацкевич, Н.И. Петров. Об автоматизации процессов проектирования и управления проектами в проектно-конструкторских бюро судостроительного профиля // Морской вестник. 2010. №1. С. 71–74.

Рассмотрены возможности совершенствования процесса проектирования в ЦКБ «Балтсудпроект» с помощью системы управления «MS Project Professional–2007». Ил. 3. Библиогр. 16.

УДК **Ключевые слова:** проектирование, компьютерное моделирование.

Г.Г. Чернобыль. Цифровая верфь «РТС» («ПитиСи»): первое знакомство // Морской вестник. 2010. №1. С. 77–80.

Рассмотрены преимущества компьютерного моделирования с последующей визуализацией информации. С этой целью использовано интегрированное решение компании «РТС» в виде «Цифровой верфи». Обозначены задачи, которые можно решить с ее помощью. Ил. 15.

УДК **Ключевые слова:** корпус корабля, «корабельная верзiera», расчет ординат шпангоутов и ватерлиний.

А.Ш. Готман. Аналитическое задание поверхности корпуса корабля произвольной формы // Морской вестник. 2010. №1. С. 81–85.

Показано, что по формуле Лагранжа легко получить ординату промежуточных шпангоутов и ватерлиний.

УДК **Ключевые слова:** туристское развездное судно, проектирование.

Йе Тет Тхун. Проектирование туристских и развездных скоростных судов Союза Мьянма // Морской вестник. 2010. №1. С. 86–87.

Предложен программно-методический комплекс для обоснования основных элементов судов этого типа. Ил. 4. Библиогр. 10.

УДК 629.124 **Ключевые слова:** проектирование, модульный подход, скоростной катамаран, критерий, Союз Мьянма

А.Г. Ляховицкий, Пью Зо Хейн. Проектирование скоростных катамаранов для Союза Мьянма // Морской вестник. 2010. №1. С. 88–91.

Рассмотрены вопросы проектирования скоростных катамаранов с функциональными модулями. Исследованы и предложены методики реализации модульного подхода при проектировании скоростных катамаранов и их применение при проектировании и постройке судов для Союза Мьянма. Табл. 1. Ил. 8. Библиогр. 7.

УДК **Ключевые слова:** научно-исследовательское судно, облик судна, проектирование.

Б.А.Царев, В.К.Ханухов. Анализ архитектурно-компоновочного и функционального облика при проектировании исследовательских судов // Морской вестник. 2010. №1. С. 92–96.

Знакомит с порядком определения проектных характеристик научно-исследовательских судов с учетом их архитектурно-компоновочного и функционального облика. Табл. 2. Ил. 4. Библиогр. 14.

УДК 629.12.001.02 **Ключевые слова:** опрокидывание, риск, метод оценки.

В.В.Ярисов. Проектная оценка степени риска опрокидывания судна в штормовых условиях плавания // Морской вестник. 2010. №1. С. 97–98.

Представлен проектный метод оценки степени риска гибели судна в различных эксплуатационных условиях, которые могут привести к опрокидыванию. Табл. 1. Библиогр. 10.

УДК **Ключевые слова:** курс, неустойчивое судно, удержание.

А.Д. Гофман. Об удержании на прямом курсе крупнотоннажных неустойчивых судов // Морской вестник. 2010. №1. С. 99–100.

Получено и исследовано принципиально новое нелинейное уравнение, описывающее динамику неустойчивого на курсе судна в произвольном диапазоне углов перекладки руля. Предложена форма представления диаграммы минимальных углов перекладки руля, которая может быть использована как при ручном управлении, так и в качестве базы для программы авторулевого. Ил. 7. Библиогр. 5.

УДК 532.517 **Ключевые слова:** крыло на стенке, ось вихря, подпорный вихрь

А. С. Гузев, С. Ю. Соловьев. Исследование структуры потока вблизи крыла, расположенного в пограничном слое пластины // Морской вестник. 2010. №1. С. 102–103.

Исследована структура течения вблизи крыла, расположенного в пограничном слое пластины. Получены зависимости расстояния до центра подпорного подковообразного вихря и его осей от крыла, для некоторого диапазона чисел Рейнольдса. Ил. 6. Библиогр. 4.

УДК **Ключевые слова:** обучение, автоматизация.

А.Е. Лещина, В.Г. Михлин, А.В. Смольников. Автоматизированная система обучения (электронное обучение) // Морской вестник. 2010. №1. С. 105–106.

Предложена автоматизированная (электронная) система обучения, которую можно использовать практически для любых предметов, показаны ее возможности и перспективы. Ил. 3. Библиогр. 3.

УДК 629.563.2 **Ключевые слова:** морская ветровая электростанция, технико-экономическая эффективность

М.С.Труб, Н.А.Вальдман, А.Б.Карташев. Оценка технико-экономической эффективности использования морских ветровых электростанций в Охотском море // Морской вестник. 2010. №1. С. 107–

Приведены данные о рассмотренных вариантах строительства морских ветровых электростанций в Охотском море и оценка их технико-экономических характеристик. Сделан вывод о целесообразности создания плавучей морской ветровой электростанции мощностью 15 МВт. Табл. 4. Ил. 3. Библиогр. 10.

УДК 629.577.4 **Ключевые слова:** природные ресурсы, рента, отрасль.

Е.А. Чихонадских, И.В. Карышев, Д.А. Спивак. Экономическая оценка природных ресурсов в судостроении // Морской вестник. 2010. №1. С. 110–111.

Рассмотрены методы оценки природных ресурсов в отрасли: путем установления размера платы населением или оценкой возможных издержек с учетом рентного дохода. Ил. 1. Библиогр. 6.

УДК **Ключевые слова:** нефтедобывающие комплексы, транспортная система, инвестиции, затраты.

Ю.Д. Дехтярук. Анализ инвестиционных затрат на обустройство морских месторождений углеводородов в Арктике // Морской вестник. 2010. №1. С. 112–114.

Рассмотрены два способа организации морской транспортной системы к нефтедобывающим комплексам и инвестиционные затраты в их строительство. Табл. 4. Ил. 4.

УДК **Ключевые слова:** журнал «Naval Forces», обзор.

К.В. Рождественский. «Naval Forces» в Санкт-Петербурге // Морской вестник. 2010. №1. С. 115–117.

Знакомит с презентацией журнала «Naval Forces» («Военно-морские силы»), прошедшей в Петербурге и содержанием статей одного из последних номеров. Ил. 2.

УДК **Ключевые слова:** С.Г. Горшков, биография.

С.П.Сирий. Адмирал Флота Советского Союза С.Г. Горшков // Морской вестник. 2010. №1. С. 118–122.

Знакомит с жизненным путем адмирала Флота Советского Союза, дважды Героя Советского Союза Сергея Георгиевича Горшкова – создателя мощного океанского ракетно-ядерного атомного флота страны. Ил. 1.

УДК **Ключевые слова:** семинар, С.Г. Горшков, вклад, атомный флот.

«Круглый стол»: Адмирал Флота Советского Союза Сергей Георгиевич Горшков – создатель океанского атомного флота // Морской вестник. 2010. №1. С. 122–124.

«Круглый стол» был проведен в связи со столетием со дня рождения С.Г. Горшкова. Знакомит с выступлениями адмирала В.П. Иванова, генерального конструктора Северного ПКБ д-ра техн. наук проф. В.Е. Юхнина. Ил. 4.

УДК 629.5 **Ключевые слова:** судьба, брат, Гирс.

А.А. Русецкий. Два брата, две судьбы // Морской вестник. 2010. №1. С. 125–126.

Знакомит с судьбой вице-адмирала В.К. Гирса и его брата А.К. Гирса, командира парохода «Онега» и последним в дореволюционное время председателем Морского Собрания. Ил. 7.

УДК **Ключевые слова:** 34-я Ассамблея Санкт-Петербургского Морского Собрания

С.П.Сирий. 34-я Ассамблея Санкт-Петербургского Морского Собрания // Морской вестник. 2010. №1. С. 127–129.

Сообщает о мероприятиях, прошедших в связи со 100-летием СПб МС. Ил. 8.

Open Joint-Stock Company CMKB «Almaz»: Achievements of the Year

Introduction with ships and vessels built at CMKB «Almaz» in 2009.

Open Joint-Stock Company «Shipbuilding Firm «Almaz» reckons up for 2009

Introduction with the results of the enterprise's activity in 2009.

Y.P. Volkov, S.A. Milavin, V.V. Shatalov. Designing Multi-Purpose Ferries in the Open Joint-Stock Company «Design Office «Vympel»». History and Modernity

One of the oldest design and engineering organizations – The OJSC «Vympel» (Nizhny Novgorod) introduces with its activity, beginning from the 1930s of XX Century. A line of ferries has been designed and engineered at the firm (with their performance data provided therein), which meets the requirements of time. Operational methods are shown, with consideration of advanced solutions and requirements of a client. In 2010, the Design Office «Vympel» will celebrate its 80th anniversary.

G.V. Egorov, I.A. Il'inskiy. A Concept of the New Generation «Volgo-Don» Class Tankers – Product and Chemical Agent Carriers

There have been justified major performance data and special features of a tanker – product and chemical agent carrier, type «Novaya Armada» (Project RST22), as a ship with the full use of specific overall dimensions, with the maximum possible block coefficient to provide for propulsion qualities, increased cargo-carrying capacity with the minimal possible height of the board; increased course-keeping qualities in hampered conditions, in sluices, canals and at shoals; justified operational reliability of the hull structures, with the specific content of metal being optimal therein.

Christoph Vitte. Multifunctional Support

In the light of forecasted development of oil and gas-bearing fields and, as a consequence, the increasing number of oil and gas wells being developed, there is the rising demand for large capacity ships to haul drilling platforms. As an example of such a vessel, there is a multi-purpose ship «Goluboy Gigant», which was redesigned by the shipyard «Lloyd».

K.Y. Shilov, V.V. Voytetskiy. Foundation and Development of the Scientific and Industrial Association «Aurora»

Hereunder is enounced the process of foundation of the parent shipbuilding enterprise of the sector on computer-aided design and engineering of ships and vessels, its development from small research department of institute. There are provided the results of major developments, examples of ships and vessels, which are equipped with systems produced by the enterprise. The main scientific and technical directions, upon which research work has been carried out and new basic results have been obtained, are highlighted.

K.Y. Shilov, Y.N. Chernysh, Y.N. Lyapin. Basic Solutions for Ship Movement and Dynamic Positioning Control Systems

Hereunder is considered an automated ship movement and dynamic positioning control system, its functions, structure and composition.

V.S. Tatarskiy. Crisis is not an Obstacle to Business

It gives information on the results of activity of the Open Joint-Stock Company «ElectroRadioAutomatica», which has been confidently stepping into the year of 2010. It provides a perspective Work Program.

A.A. Arutyunyan, D.V. Suslov, V.D. Zavruckho, A.A. Georgiev. Justification of a Design Solution for the Load Stabilization System of KЭГ20031C Type Crane

Hereunder is considered the justification of a design solution for the load suspension of a KЭГ20031C Type Crane clarified at the detailed design stage of the project. With the review of the crane's load suspension oscillations, new design solutions have been taken into account.

Karsten D. Khagenakh. Reliability of Underwater Operational Mechanisms: Issues to be Tackled

Hereunder are studied the underwater operational mechanisms intended for use in excessive humidity and high pressure conditions. To this end, while designing and manufacturing them, one should pay special attention to safety issues. Special care is given to their reliability and safety.

N.P. Shamanov, A.N. Volkov. Employment of Electrochemical Power Plants in Underwater Vehicles

Herein is explained the expediency of increased power accumulation on board of an underwater vehicle by substitution of the standard accumulators for electrochemical generators (ECG) based on solid-fuel elements, in particular, the intermetallic ones.

E.V. Bakhtamov. Reduced Fluid Flow Vortex Sound Generation around Solid Bodies with Compound Section

In these proceedings, there are provided the results of research of fluid flow vortex sound generation around solid bodies with compound section (by example of a low-noise deceleration control unit) at the unified stand of the Federal State Unitary Enterprise «Industrial Association «Sevmash». It is shown that the hydrodynamic noise level spectrogram comprises a continuous spectrum, with distinctive discrete components seen against thereon. There are revealed the prevailing sound sources, with recommendations provided thereby for minimization of the hydrodynamic noise levels in such units. The research results may be used for conducting all types of factory stand tests required for checking the reliability and quality of equipment to be introduced in ships, including the conformance to strict requirements on vibration, noise and hydrodynamic qualities.

R.N. Karaev, V.N. Razuvaev. Oil Platform Safe Operation, Staff Rescue and Fire Control Training

Hereunder are considered the technical and organizational aspects of oil platform staff training to enhance their training skills for provision of safety.

V.A. Atamanyuk, Y.V. Baglyuk, Y.I. Bazarov, E.L. Brodskiy, A.N. Ratner. New Generation of Automatic Identification Systems produced by the Close Joint-Stock Company «Tranzas»

There is considered the Class «A» universal automatic identification system equipment produced by the CJSC «Tranzas»: ship equipment, pilot transponder, shore station. Highlighted are their advantages and the accuracy of information exchange.

S.B. Kursin. Alternative Way of the Arctic Region Bottom Topography

Hereunder are overviewed the perspectives of use of nuclear-powered submarines for the Arctic Region ocean bottom topography. Based on the accuracy/costs criterion, there have been revealed two efficient use options. The issue is considered to be vitally important because of requirement to justify the external boundaries of the continental shelf in the Arctic Ocean.

May Kuok Chyong. Development of a Mathematical Model for Changeable Ship Loads of Vietnam Sea and River Vessels

There is provided an example of development of a mathematical model for changing the ship load in a voyage. **K.A. Smirnov, I.A. Moryakov, V.V. Lebedev, A.O. Popko. Oil Shipment from Sea Platforms and Catenary Anchor Leg Mooring Facilities**

Overviewed are oil shipment and catenary anchor leg mooring facilities of various producers. Special attention is paid to the direct tower-type oil shipment system, its arrangement and equipment. There is highlighted the necessity to develop own bulk cargo handling technologies for shelf facilities.

A.N. Suslov, G.V. Taritsa, M.A. Gulev. Optimization of the Major Dimensions of the Modern Ships – Gas-Carriers, with Globe Gasholders

There are shown opportunities of using computer-assisted gas-carrier ship hull construction for the prompt design of a model to conduct finite element member (FEM) analysis and optimize main members.

Aung Myo Vin, O.Y. Timofeev. Modeling the Destruction of Tanker Structures with Internal Deflagration Explosions

Hereunder are described the physical grounds of deflagration explosion and considered some requirements for modeling transient processes, with explosion affecting the structure. There has been corrected the instantaneous pressure on the structure of a tanker depending on the size of a ruptured zone. Correction is made by means of the software set «ANSYS».

V.A. Matskevich, V.P. Osipenko, A.V. Matskevich, N.I. Petrov. On Computer-Aided Design Processes and Project Management in the Shipbuilding Design and Engineering Offices

There are considered the opportunities of improving the design and engineering process in the Central Design Office «Baltisudoproekt» by means of «MS Project Professional – 2007» control system.

G.G. Chernobyl. Digital Shipyard «PTC» («Pi:/Ti:/Si:»): First Introduction

Hereunder are considered the advantages of computer-assisted modeling with further visualization of information. For this purpose, there has been used the integrated solution of the Company «PTC» through a «Digital Shipyard». Highlighted are issues, which can be tackled with this aid.

A.S. Gotman. Analytical Random Shaping of a Ship Hull Lagrange formula is provided as an easy way to obtain the point ordinates of intermediate frames and draught lines.

Ye Tet Thun. Designing the Tourist and Journey Speedsters of Myanmar Union

Hereunder is offered the software and methodical instruments for justification of main members of ships of such type.

A.G. Lyakhovitskiy, Pyo Zo Khein. Designing the High-Speed Catamarans for Myanmar Union

Overviewed hereunder are issues of designing the high-speed catamarans with functional modules. Researched and offered is the module-based implementation methodology in designing the high-speed catamarans, and its application for the design, engineering and construction of vessels for Myanmar Union.

B.A. Tsarev, V.K. Khanukhov. Reviewing the Architectural, Lay-Out and Functional Outlook in Designing the Research Ships

It introduces with a procedure for definition of design performance of research ships taking into account their architectural, lay-out and functional outlook.

V.V. Yarisov. Design Evaluation of a Ship Turnover in the Storm Sea Conditions

Hereunder is provided the design evaluation of ship loss' risks in a wide range of operational conditions, which may bring about the turnover of a ship.

A.D. Gofman. Straight Course Keeping of Large Capacity Unstable Ships

There is obtained and studied the principally new nonlinear equation that describes the dynamics of an unstable ship yawing within arbitrary course range. Hereunder is offered the presentation form of a diagram for minimum rudder movement angles, which can be used during manual rudder control, as well as a base for automatic pilot program.

A.S. Guzev, S.Y. Soloviev. Study of the Flow Structure near the Air Foil located in the Boundary Layer of a Plate

Hereunder is studied the structure of flow near an air foil located in the boundary layer of a plate. There have been obtained the functions of a distance till the center of the back U-shape vortex, and a distance of its axles from the air foil, within some range of Reynolds numbers.

A.E. Leschina, Y.G. Mikhlin, A.V. Smol'nikov. Automated Training System (Electronic Training)

There is offered the automated (electronic) training system, which can be practically used for any subjects, with demonstration of its capacity and perspectives.

M.S. Trub, N.A. Valdman, A.B. Kartashev. Feasibility Study of the Use of Sea Wind-Driven Power Plants at Okhotsk Sea

Hereunder is provided the data on marine wind-driven power plants considered to be built at Okhotsk Sea, and evaluation of their technical and economical features. A conclusion has been made on the expediency of construction of a floating sea wind-driven plant with capacity of 15MWt.

E.A. Chikhonadskikh, I.V. Karyshev, D.A. Spivak. Economical Evaluation of Natural Resources in the Shipbuilding

Hereunder is considered the methodology for evaluation of natural resources in the sector: by setting charges for public payment or evaluation of possible costs considering the rental income.

Y.D. Dekhtyark. Review of Investments for Development of Marine Hydrocarbon Deposits in Arctic Regions

There are reviewed two ways of organizing the marine transport system to oil production facilities and capital investments in their construction.

K.V. Rozhdestvenskiy. «Naval Forces» in Saint-Petersburg

It introduces with presentation of a magazine «Naval Forces» (in Russian language: «Военно-морские силы») held in Saint-Petersburg, and with the contents of one of its latest editions.

S.P. Siryi. Fleet Admiral of the Soviet Union S.G. Gorshkov

It introduces with the race of Fleet Admiral of the Soviet Union, twice the Hero of the Soviet Union, Sergey Georgievich Gorshkov – the founder of the heavy ocean nuclear-powered missile carrying fleet of the country.

«Round Table»: Fleet Admiral of the Soviet Union Sergey Georgievich Gorshkov – Founder of the Ocean Nuclear Fleet

A «Round Table» was conducted in relation with the 100th anniversary of S.G. Gorshkov's date of birthday. It introduces with speeches of Admiral V.P. Ivanov, and General Designer of Severniy Design Office, Doctor of Technical Sciences, Professor V.E. Yukhnin.

A.A. Rusetskiy. Two Brothers, Two Fates

It introduces with the fate of Vice-Admiral V.K. Girs and his brother, A.K. Girs, Skipper of a steamship «Onega» and the last Chairman of the Assembly of Marine Representatives during the pre-revolutionary period.

S.P. Siryi. 34th Assembly of Saint-Petersburg Marine Assembly

Hereunder is given information on activities carried out in relation with the 100th anniversary of Saint-Petersburg's Marine Assembly.