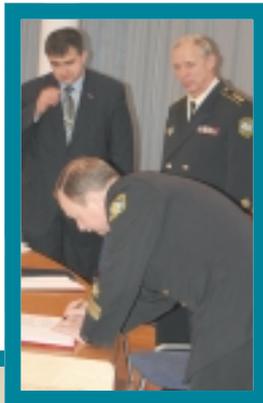


14 ноября 2007 г. исполнилось 95 лет со дня основания «Судостроительного завода «Северная верфь»». За свою почти вековую историю на верфи построено более 400 боевых надводных кораблей и коммерческих судов различного класса и назначения, которые составляют основу ВМФ России.

В день празднования юбилея состоялось торжественное подписание приемного акта корабля «Стерегущий» (головного в серии), построенного ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь»» по проекту, разработанному ФГУП ЦМКБ «Алмаз».

Корабль заложен в декабре 2001 г. С ноября 2006 г. прошел заводские ходовые и государственные испытания. «Стерегущий» – первый крупный надводный боевой корабль, созданный для ВМФ в новейшей истории России.

В период проектирования и строительства корабля выполнены свыше 80 опытно-конструкторских работ, создано 38 новых образцов вооружения и военной техники, что явилось сер-



Первый ряд (слева направо): В.А. Тюльпанов, председатель ЗАКС СПб, А.Б. Фомичев, генеральный директор ОАО «СЗ «Северная верфь»», А.А. Татарин, адмирал, первый зам. Главкома ВМФ РФ

езным толчком для воссоздания производств, обеспечивающих изготовление ВиВТ.

Этот многофункциональный корабль предназначен для ведения боевых действий в ближней морской зоне, а также обеспечения охраны 200-мильной экономической зоны. Его облик определяется высокой эффективностью его вооружения при ограниченных массогабаритных характеристиках ВиВТ.

Корабли данного класса могут выполнять функции флагманского корабля тактической группы, обеспечивать взаимодействие группы кораблей с другими группами, пунктами управления, авиацией.

СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД «СЕВЕРНАЯ ВЕРФЬ»: 95 ЛЕТ НА СЛУЖБЕ ОТЕЧЕСТВУ

«Стерегущий» – своего рода универсальный морской охотник-сторожевик, способный уничтожать любые цели, будь то надводные корабли, транспортные суда, подводные лодки, а также осуществлять боевое охранение и огневую поддержку десантных отрядов, конвоев и сухопутных войск, действующих на побережье.

Он оснащен ударным ракетным комплексом «Уран», двумя зенитными ракетно-артиллерийскими комплексами «Каштан», носовой пушкой калибром 100 мм, комплексом вооружения ПВО, боевой информационно-управляющей системой, гидроакустическим комплексом, буксируемой антенной, а также палубным вертолетом типа КА-27.

Корабль имеет низкие уровни подводного шума и помех при работе гидроакустической станции. За счет внедрения специальных архитектурно-компоновочных и других решений значительно снижены уровни вторичного радиолокационного и тепловых полей корабля.

Его наибольшая длина – 103,65 м, ширина наибольшая – 13,0 м, полное водоизмещение – 2200 т, скорость хода – 26 уз.

Российский ВМФ заинтересован в пополнении боевых надводных сил такими кораблями. Потребность в них – до 20 единиц.

В настоящее время ОАО «Судостроительный завод «Северная верфь»» освоило серийное строительство кораблей пр. 20380 (в постройке находятся еще три корабля). С учетом финансирования, установленного Программой вооружения и бюджетом, сроки сдачи второго корабля – 2011 г., третьего и четвертого – 2014 г., хотя производственные и технические возможности «Северной верфи» и создателей ВиВТ позволяют организовать строительство кораблей со сдачей две-три единицы в год. ■



Головной корабль класса «корвет» пр. 20380 «Стерегущий»

РАСЧЕТ ДЕДВЕЙТА НА РАННИХ СТАДИЯХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В.А. Мацкевич, канд. техн. наук, доцент,
Ю.И. Рязанцев, ведущий инженер-конструктор,
И.И. Бойцун, инженер-конструктор,
ЦКБ «Балтсудопроект»

Дедвейт судна определяется как разность между водоизмещением судна по грузовую ватерлинию, соответствующую назначенному летнему надводному борту в воде плотностью $1,025 \text{ т/м}^3$, и водоизмещением порожнем. Для грузовых судов дедвейт или его грузоподъемность задаются техническим заданием. Для оценки дедвейта на ранних стадиях проектирования транспортных судов рекомендуется использовать следующие формулы:

– для танкеров [1]

$$DW = \eta_{DW} D_{\Pi}, \quad (1)$$

где η_{DW} – коэффициент утилизации водоизмещения по дедвейту; D_{Π} – полное водоизмещение;

– для судов для перевозки массовых грузов [2]

$$DW = (a+bR)P_{\text{гр}}, \quad (2)$$

где R , $P_{\text{гр}}$ – дальность плавания, тыс. миль, и чистая грузоподъемность соответственно; a , b – коэффициенты, равные для дизельных установок: $a = 1,05$, $b = 0,005$ при $R < 12$ и $a = 1,10$, $b = 0,001$ при $R > 12$;

– для лесовозов [2]

$$DW = (1,12-1,14)(P_{\text{гр}})_{\text{з}}, \quad (3)$$

где $(P_{\text{гр}})_{\text{з}}$ – чистая грузоподъемность по зерновому грузу;

– для контейнеровозов [2]

$$DW = 20n_k, \quad (4)$$

где n_k – количество стандартных контейнеров ИСО типа 1С;

– для трейлерных судов [2]

$$DW = (1,4-1,7)P_{\text{тр}}, \quad (5)$$

где $P_{\text{тр}}$ – суммарная масса трейлеров;

– для пассажирских судов [3]

$$DW = 0,56W_{\text{гр}} + (0,16 \pm 0,035)W_{\Sigma}, \quad (6)$$

где $W_{\text{гр}}$, W_{Σ} – объем грузовых помещений и суммарная вместимость пассажирских и грузовых помещений соответственно, м^3 .

Для негрузовых судов на ранних стадиях проектирования дедвейт можно определить как

$$DW = (\eta_{\text{пор}} - 1)D_{\text{пор}}; \quad [3] \quad (7)$$

$$DW = (K_{DW})_{\text{LBH}} \text{LBH}, \quad [4] \quad (8)$$

где $D_{\text{пор}}$, LBH – водоизмещение порожнем и кубический модуль соответственно; $\eta_{\text{пор}}$, $(K_{DW})_{\text{LBH}}$ – коэффициенты, принимаемые по прототипу или по статистическим данным.

Составляющие дедвейта по ОСТ [5], откорректированному в 2002 г. с выделением раздела «Съемное оборудование», можно представить в виде

$$DW = M_{\text{со}} + M_{\text{эк}} + M_{\text{пр}} + M_{\text{пв}} + M_{\text{рм}} + M_{\text{гр}} + M_{\text{т}} + M_{\text{в}} + M_{\text{м}} + M_{\text{пс}} + M_{\text{жб}}, \quad (9)$$

где $M_{\text{со}}$ – масса съемного оборудования; $M_{\text{эк}}$ – масса экипажа с багажом; $M_{\text{пр}}$ – масса провизии с тарой; $M_{\text{пв}}$ – масса пресной воды; $M_{\text{рм}}$ – масса расходных материалов;

$M_{\text{гр}}$ – масса груза; $M_{\text{т}}$ – масса топлива; $M_{\text{в}}$ – масса котельной воды; $M_{\text{м}}$ – масса масла; $M_{\text{пс}}$ – масса перемен-

ных жидких сред; $M_{\text{жб}}$ – масса жидкого балласта.

Обозначив

$$M_{\text{з эк}} = M_{\text{эк}} + M_{\text{пр}} + M_{\text{пв}}; \quad (10)$$

$$M_{\text{з эн}} = M_{\text{т}} + M_{\text{кв}} + M_{\text{м}}; \quad (11)$$

$$M_{\text{пр}} = M_{\text{со}} + M_{\text{рм}} + M_{\text{пс}} + M_{\text{жб}}, \quad (12)$$

можно записать

$$DW = M_{\text{з эк}} + M_{\text{з эн}} + M_{\text{гр}} + M_{\text{пр}}, \quad (13)$$

где $M_{\text{з эк}}$ – масса запасов экипажа, включая экипаж; $M_{\text{з эн}}$ – масса запасов энергетической установки; $M_{\text{пр}}$ – прочие массы, входящие в дедвейт.

Среди судовых запасов наибольшая доля приходится на запасы для энергетической установки. Для транспортных судов, у которых топливо для электростанции составляет небольшую долю от топлива для главных двигателей, в [7] для определения $M_{\text{з эн}}$ на ранних стадиях проектирования рекомендуется применять зависимость

$$M_{\text{з эн}} = K_{\text{вм}} K_3 t p_{\text{т}} N, \quad (14)$$

где $K_{\text{вм}}$ – коэффициент, учитывающий массу котельной воды и масла, равный $K_{\text{вм}} = 1 + K_{\text{кв}} + K_{\text{м}}$.

По [6] $K_{\text{вм}} = 1,09 \pm 0,03$; K_3 – коэффициент, учитывающий расходы топлива на стоянке и непредвиденные задержки в пути вследствие штормовой погоды. По [8] $K_3 = 1,15-1,20$.

Как показывают исследования, для современных судов этот коэффициент, определенный для скорости и мощности при испытаниях, может достигать значений 1,6–1,7, а при эксплуатационных условиях будет еще больше; $K_{\text{кв}}$, $K_{\text{м}}$ – коэффициенты, учитывающие массы котельной и масла и равные $K_{\text{кв}} = M_{\text{кв}}/M_{\text{т}}$, $K_{\text{м}} = M_{\text{м}}/M_{\text{т}}$ соответственно; $p_{\text{т}}$ – удельный расход топлива; N – мощность механизмов,

кВт; t – ходовое время, равное R/v ; здесь R , v – дальность плавания и скорость хода соответственно.

В табл. 1 приведены характерные значения коэффициентов $K_{\text{кв}}$, $K_{\text{м}}$ и нижние пределы удельных расходов топлива $p_{\text{т}}$ для судов с различными типами энергетических установок по [7].

Фактические удельные расходы топлива у современных судов с дизельными энергетическими установками находятся в пределах 0,17–0,23 кг/кВт·ч. Для научно-исследовательских судов, например, для судов космической службы (СКС), у которых доля топлива для электростанции составляет значительную часть общих запасов

$$M_{\text{з эн}} = (M_{\text{з гд}} + M_{\text{з эл}}) K_3 K_{\text{вм}}, \quad (15)$$

где $M_{\text{з гд}}$, $M_{\text{з эл}}$ – масса запасов топлива главного двигателя и электростанции соответственно.

Значения коэффициентов для СКС

$$K_3 = 1,15 \pm 0,05; K_{\text{вм}} = 1,08 \quad [6].$$

В [6] для определения $M_{\text{з эн}}$ на начальных стадиях проектирования СКС рекомендуется формула

$$M_{\text{з эн}} = 4,66 \cdot 10^{-6} (Rv_{\text{эк}}^2 + 69An_{\text{эк}}) D_{\Pi}^{0,5}, \quad (16)$$

где A – автономность; $v_{\text{эк}}$ – скорость длительного (экономического) хода; $n_{\text{эк}}$ – число экипажа, включая экспедицию.

Значения коэффициента $K_{\text{з эн}} = M_{\text{з эн}}/D_{\Pi}^{0,5}$, полученные по (11), и фактические значения его для отечественных СКС, приведены в табл. 2.

Анализ показывает, что формула (11) может быть использована на ранних стадиях проектирования для определения запасов энергетической установки и электростанции СКС, так как ее погрешность по большинству приведенных судов не превышает 15%.

Таблица 1

Значения коэффициентов $K_{\text{кв}}$, $K_{\text{м}}$ и нижние пределы удельных расходов топлива $p_{\text{т}}$

Тип ЭУ	$K_{\text{кв}}$	$K_{\text{м}}$	$p_{\text{т}}$, кг/кВт·ч
Паротурбинная	0,005–0,010	0,050–0,200	0,13–0,17
Газотурбинная	0,005–0,010	–	0,12–0,17
Дизельная	0,015–0,060	–	0,11–0,14



ЦЕНТРАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО «БАЛТСУДОПРОЕКТ» THE «BALTSUDOPROECT» CENTRAL DESIGN BUREAU



ЦКБ «БАЛТСУДОПРОЕКТ» – старейшее конструкторское бюро России по проектированию гражданских судов. В бюро разработано около 180 проектов, по которым построено более 2800 судов различного типа и назначения общим водоизмещением свыше 11 млн. тонн. В настоящее время ЦКБ является филиалом ФГУП «ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова». Основываясь на богатом опыте проектирования и постройки судов, а также на применении современной САПР «NUPAS-CADMATIC», ЦКБ предлагает услуги по разработке:

- проектов и техническому сопровождению постройки транспортных судов различного назначения, включая: суда с горизонтальной грузообработкой, контейнеровозы, навалочные, наливные, специальные суда, ледоколы, буксиры, суда снабжения, научно-исследовательские суда и др.;
- проектов переоборудования и модернизации судов различного назначения.

CDB «BALTSUDOPROJECT» is the oldest ship design bureau in Russia that has developed about 180 designs to which about 2800 ships of various type and purposes with the total displacement of over 11 millions tons have been built. At present the Central Ship Design Bureau is the branch of the Krylov Shipbuilding Research Institute. Drawing on wide experience of ship design and shipbuilding and also use of modern CAD system «NUPAS-CADMATIC» CDB «Baltsudoproject» offers services as follows:

- development of designs and engineering support for vessels of various purposes including Ro-Ro ships, container ships, bulkers, tankers, dedicated ships, ice-breakers, tugboats, replenishment ships, research ships and others.
- development of projects of reequipment and modernization for ships of various purpose.

Россия, 196158, С.-Петербург, Московское шоссе, 44
тел.: +7 (812) 727-96-37, факс: +7 (812) 727-93-34, e-mail: bsp@sp.ru



Фактические значения коэффициента $K_{з.эн}$ для СКС и полученные по (11)

Коэффициент $K_{з.эн}$	«Моржовец» (1967 г.), пр.1918	«Космонавт Владислав Волков», пр.1929 (1977 г.)	«Космонавт Владимир Комаров», пр.1917 (1967 г.)	«Академик Сергей Королев», пр.1908 (1970 г.)	«Космонавт Юрий Гагарин», пр.1909 (1971 г.)	«Академик Николай Пилюгин» пр. 19510 (спуск 1991 г.)
Факт.	16,5	16,3	47,6	38,7	52,1	31,0
По (10)	18,9	18,8	31,9	43,9	50,3	28,0

Расчет топлива для СКС во многом зависит от загрузки электростанции, как на стоянке, так и на ходу, и от выбранного спектра маневрирования различными скоростями, который может включать три-четыре скорости v_i [6].

Запас топлива главных двигателей СКС может быть определен как сумма составляющих:

$$M_{гд} = \sum M_{гди}, \quad (17)$$

где $M_{гди}$ – запасы топлива экономическим, полным и маневренными скоростями, определяемые в зависимости от удельного расхода топлива $g_{гд}$, мощности $N_{гди}$ и продолжительности плавания в названных режимах $t_{гди}$:

$$M_{гди} = g_{гд} N_{гди} t_{гди}. \quad (18)$$

На ранних стадиях проектирования значение $g_{гд}$ может быть принято постоянным.

Запас топлива дизель-генераторов по аналогии можно представить как

$$M_{дг} = \sum M_{дгj}, \quad (19)$$

где $M_{дгj}$ – запасы топлива дизель-генераторов в режимах: ходовом с тренировками, стоянке с тренировками, в ходовом и на стоянке без тренировок соответственно.

Значения $M_{дгj}$ в зависимости от мощности и времени работы дизель-генераторов могут быть определены из уравнения

$$M_{дгj} = g_{эл} N_{дгj} t_{дгj} K_{дгj}. \quad (20)$$

Для современных высокооборотных мало- и среднеоборотных дизелей, используемых в качестве главных и вспомогательных двигателей, удельный расход топлива $g_{гд} = g_{эл} = (200 \pm 10) \cdot 10^{-6} \text{ т/кВт}\cdot\text{ч}$.

Коэффициент одновременности загрузки электростанции на ходу и на стоянке $K_{дгj}$ для СКС может быть принят в режиме тренировок равным $0,77 \pm 0,07$; без тренировок – $0,70 \pm 0,05$.

Под режимом «тренировок» следует понимать подготовительный период работы измерительных средств, связанный с прокручиванием антенны, введением аппаратуры в состояние горячего резерва, предшествующий сеансу работы судна по назначению.

В табл. 3 приведен расчет мощностей и времени работы главных двигателей и электростанции СКС в ранних стадиях проектирования.

Масса запаса для экипажа судна, включая экипажа, равна

$$M_{з.эк} = n_{эк} A (g_{эк} / A + K_{тар} g_{пр} + g_{пв} A_{в} / A), \quad (21)$$

где $g_{эк}$ – масса одного человека с багажом; $g_{пр}$, $g_{пв}$ – расход провизии и пресной воды на 1 человека в сутки; $K_{тар}$ – коэффициент, учитывающий тару провизии, равный 1,1–1,2; $A_{в}$ – автономность судна по воде.

Масса экипажа

$$M_{эк} = g_{эк} n_{эк}. \quad (22)$$

Масса 1 человека с багажом по [7] находится в пределах, кг:

- Команды 100–120
- Старшины 120–150
- Командного состава 150–180
- Пассажиры 120–200
- Пассажиры курортных линий 100–120

Масса человека без багажа принимается в расчетах равной 75 кг. В [7] среднюю массу человека с багажом рекомендуется принимать 130 кг. Масса провизии может быть определена по формуле

$$M_{пр} = g_{пр} n_{эк} A. \quad (23)$$

В [8] расход провизии с учетом тары $g_{пр}$ рекомендуется принимать 2,5–3,0 кг на человека в сутки. В [7]

$g_{пр}$ рекомендуется принимать 3,0 кг на человека в сутки.

Для определения площадей продовольственных кладовых действующие Санитарные правила для морских судов (в дальнейшем – Санитарные правила) рекомендуют следующие нормы суточного расхода продуктов на одного человека в сутки, кг [9]:

- Мясо и мясопродукты 0,25
- Рыба и рыбопродукты 0,20
- Масло и жиры 0,085
- Молоко и молочные продукты 0,25
- Овощи, картофель 0,95
- Фрукты 0,25

Таблица 3

Расчет мощностей и времени работы главных двигателей и электростанции СКС

Режим работы	Формула	Значения коэффициентов для СКС
Полная мощность главных двигателей $N_{п}$, л.с.	$N_{п} = D_{п}^{0,5} v^{3,25} / C_N$	$C_N = 128 \pm 6$
Мощность механизмов на экономическом ходу $N_{эк}$, л.с.	$N_{эк} = N_{п} (v_{эк} / v_{п})^{3,25}$	
Мощность механизмов при скорости маневрирования $N_{м}$, л.с.	$N_{м} = N_{п} (v_{м} / v_{п})^{3,25}$	
Время следования экономическим ходом t_x , ч	$t_x = R / v_{эк}$	
Время работы в период автономности t_p , ч	$t_p = 24A - t_x$	
Относительная мощность электростанции на ходу с тренировками $N_{хт} / D_{п}$, кВт/т	$N_{хт} / D_{п} = 2,73 z_{вп} + 2,9 n_{эк} / D_{п}$	$z_{вп} = 0,02 - 0,08$
Мощность электростанции, кВт:		
на ходу с тренировками $N_{хт}$	$N_{хт} = D_{п} ? N_{хт} / D_{п}$	
на стоянке с тренировками $N_{ст}$	$N_{ст} = K_{ст} N_{хт}$	$K_{ст} = 0,97 \pm 0,06$
на ходу N_x	$N_x = K_x N_{хт}$	$K_x = 0,61 \pm 0,20$
на стоянке N_c	$N_c = K_c N_{хт}$	$K_c = 0,46 \pm 0,05$
в целом $N_{эл}$	$N_{эл} = K_{эл} N_{хт}$	$K_{эл} = 1,73 \pm 0,20$
Время работы электростанции, ч:		
на ходу с тренировками $t_{хт}$	$t_{хт} = (t_x + t_{пх} + t_m) t_{п} / 24$	
на стоянке с тренировками $t_{ст}$	$t_{ст} = (t_p - t_{пх} - t_m) t_{п} / 24$	
на ходу $t_{элх}$	$t_{элх} = (t_x + t_{пх} + t_m)(1 - t_{п} / 24)$	
на стоянке t_c	$t_c = (t_p - t_{пх} - t_m)(1 - t_{п} / 24)$	

Жидкий балласт на отечественных морских судах

Напитки	0,40*
Мука / хлебомучные изделия взамен муки	0,48 / 0,60
Сухие продукты (сахар, крупа, макаронны, соль, чай и т.д.)	0,25
Соления (огурцы, капуста и т.д.)	0,100–0,125

Сумма указанных норм находится в пределах 3,22–3,36 кг на человека в сутки. Таким образом, рекомендации [8] по $g_{пр}$ с учетом тары являются несколько заниженными. Масса пресной воды

$$M_{пв} = g_{пв} n_{эк} A_{в}. \quad (24)$$

Санитарные правила устанавливают нормы расхода пресной воды и минимальную вместимость цистерн для ее хранения. Минимальные нормы расхода питьевой и мытьевой воды на одного человека в сутки для судов различных категорий, л:

Вода	Категория			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Питьевая	50	40	20	10
Мытьевая	100	90	30	10

Согласно Санитарным правилам, к 1-й категории относятся суда, совершающие рейсы продолжительностью более 5 сут, а также суда неограниченного района плавания; ко 2-й категории – суда, совершающие рейсы продолжительностью свыше 24 ч, но не более 5 сут; к 3-й категории – суда, совершающие рейсы продолжительностью до 24 ч; к 4-й категории – суда, совершающие рейсы продолжительностью до 8 ч.

Для повышения комфорта на судах 1-й и 2-й категорий указанные нормы Санитарными правилами рекомендуется увеличивать в 1,5–2 раза.

При пополнении пресной воды от опреснителей минимальная вместимость цистерн должна обеспечивать хранение не менее пятисуточного запаса воды. Реальная автономность по воде оговаривается либо в техническом задании либо устанавливается в зависимости от величины принятой производительности опреснительной установки ($g_{опр}$).

В первом случае производительность опреснительной установки должна быть не менее

$$g_{опр} = g_{пв} n_{эк} (1 - A_{в}/A). \quad (25)$$

Во втором случае автономность по возимому запасу пресной воды может быть выражена как

$$A_{в} = (1 - g_{опр}/g_{пв} n_{эк}) A. \quad (26)$$

При этом $A_{в}$ не может принимать менее 5 сут.

Для современных судов наибольшая автономность по воде может достигать 30–40 сут., а производительность производимых опреснительных установок – от 2 до 100 м³/ч.

Проект	1918	1929	21 900	19 510	1908	1909	10 081
$D_{п}$, т	6100	8950	14 230	16 280	21 460	45 000	61 740
$M_{жб}$ в $D_{п}$, т	209	377	1730	160	1209	9588	1270
$M_{жб}/D_{п}$	0,034	0,042	0,122	0,010	0,056	0,213	0,021

Прочие статьи дедвейта принимаются либо по прототипу, либо по статистическим данным. В раздел «Съемное оборудование» включаются съемные контейнеры-лаборатории и другое съемное оборудование научно-исследовательских судов, хранящееся в порту и устанавливаемое на судно в зависимости от задач рейса. В раздел могут включаться устройства крепления грузов универсального сухогрузного судна, также хранящиеся в порту и принимаемые на судно в зависимости от вида перевозимого груза.

При дооборудовании ледокола «Владимир Игнатюк» масса съемного оборудования составила 94,5 т, в том числе, т:

Контейнер для спуска и подъема водолазов	12,1
Устанавливаемые водолазные контейнеры	19,5
Кормовое съемное якорное устройство	29,3
Оборудование для сбора нефти ..	18,9
Контейнер-цистерна ручного сбора нефтеостатков	4,2
Оборудование для сборки и хранения шлангов	4,7
Контейнер ЛОРОН	2,2
Понтон	3,7

Масса расходных материалов, т, на построенных судах составляют:

Буксиры	до 3
Малые танкера	до 6
Большие танкера, сухогрузы	до 15
Лихтеровоз-контейнеровоз с АЭУ «Севморпуть»	45

В раздел «Переменные жидкие среды» включаются масса воды в плавательных бассейнах и рабочий агент (заборная вода) в плавательных бассейнах качки. Согласно Санитарным правилам, на судах 1-й и 2-й категорий вместимостью свыше 3000 т должны быть устроены бассейны для членов экипажа. На остальных судах это рекомендуется. На судах, предназначенных для эксплуатации только в северных широтах, в том числе и на линейных ледоколах, бассейны должны устраиваться в закрытых помещениях. Некоторые отечественные универсальные СКС оборудованы двумя бассейнами, открытым и закрытым. Масса воды

в плавательных бассейнах крупных танкеров доходит до 19–22 т, на линейном ледоколе пр. 21900 она составляет 11 т.

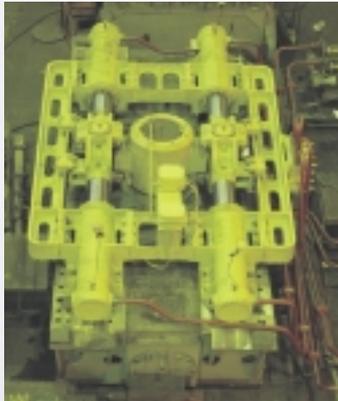
Масса рабочего агента в плавательных бассейнах качки морских судов в процентах от полного водоизмещения составляет 1–3% для универсальных научно-исследовательских судов водоизмещением менее 40000 т [10], 3–5% для универсальных СКС [6] и 6,5% для ледокола пр. 21900.

Жидкий балласт, включаемый в дедвейт (например, на некоторых лесовозах, научно-исследовательских судах, ледоколах и промысловых судах), принимается с целью обеспечения необходимой остойчивости и посадки судна. В табл. 4 показан жидкий балласт, включенный в полное водоизмещение, на отечественных СКС, ледоколе пр. 21900 и лихтеровозе-контейнеровозе пр. 10081.

ЛИТЕРАТУРА

1. Векслер В.М. Некоторые вопросы проектирования танкеров. – Л.: Судостроение, 1967.
2. Бронников А.В. Особенности проектирования морских транспортных судов. – Л.: Судостроение, 1971.
3. Будницкий Ю.А., Пилипенко Г.П., Чукавин А.Г., Петухов В.С. Морские пассажирские суда. – Л.: Судостроение, 1989.
4. Киреев В.Н., Мацкевич В.А., Рязанцев Ю.И. Расчет нагрузки масс и водоизмещений по измерителям // Морской вестник. – 2006. – № 4(20).
5. Нагрузка масс гражданских и вспомогательных судов. Классификация элементов нагрузки. – ОСТ 5Р.0206–2002.
6. Рязанцев Ю.И., Кузьменко А.В. Особенности определения нагрузки масс судов космической службы // Судостроение. – 1991. – № 10.
7. Ашик В.В. Проектирование судов. – Л.: Судостроение, 1985.
8. Ногид Л.М. Проектирование морских судов. – Л.: Судостроение, 1964.
9. Санитарные правила для морских судов. – М.: Изд. В/О «Мортехинформреклама», 1984.
10. Медведев Н.Ф. Суда для исследования мирового океана. – Л.: Судостроение, 1971. ■

* Для пассажиров – 1,0 кг.



Санкт-Петербург, ул. Дудко, 3
e-mail: marketing@proletarsky.ru
www.proletarsky.ru
Тел./факс: (812) 567-17-56
Тел./факс: (812) 567-29-14

Комплексное научно-производственное предприятие.
Машиностроительная продукция предприятия повышает конкурентоспособность гражданских судов и кораблей ВМФ различного назначения, морских плавбуровых нефте-газодобывающих платформ и других объектов общепромышленного назначения.



Опыт создания ОАО «Пролетарский завод» судовых грузоподъемных кранов большой грузоподъемности позволил выработать определенные подходы к проектированию их несущих металлоконструкций. В настоящее время в состав традиционных методов проектирования необходимо включать процедуры оптимизации. Задачей конструктора является проектирование рациональной и по возможности оптимальной конструкции.

При этом надо стремиться обеспечить наименьший вес и размеры конструкции путем выбора рациональных форм поперечных сечений и геометрии ее элементов.

Оптимальная конструкция должна быть наилучшей из всех рациональных. Она должна удовлетворять математически обоснованным критериям оптимальности. Выбор оптимальной конструкции достигается путем математических расчетов, часто путем перебора большого количества вариантов до достижения экстремального значения выбранного критерия эффективности работы конструкции и определяется во многом опытом и знаниями инженера.

Таким образом, выбор рациональной конструкции – это движение в сторону ее наибольшей эффективности, выбор оптимальной конструкции – достижение ее математически обоснованной максимальной эффективности.

ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ НЕСУЩИХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

Вопросы рационального проектирования – это культура проектирования, которая достигается по мере накопления знаний о конструировании и расчете конструкций. Отметим некоторые общие положения рационального проектирования конструкций.

Вблизи мест приложения сосредоточенных нагрузок напряжения значительно больше, чем вдали от них (принцип Сен-Венана). Создавая конструкцию надо предусмотреть ее усиление в местах воздействия сосредоточенных нагрузок, увеличить поверхность, на которой прикладывается нагрузка.

Использование в конструкции ступенчатых стержней вызывает концентрацию напряжений в местах резкого изменения формы. Концентрация напряжений – главный фактор снижения прочности. Необходимо предусматривать плавный переход от одной формы к другой. В местах концентрации напряжений желательно поперечное упрочнение с создани-

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПТИМАЛЬНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ НЕСУЩИХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ СУДОВЫХ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ УСТРОЙСТВ

В.Ф. Сулов, д-р техн. наук, генеральный директор

ОАО «Пролетарский завод»,

А.А. Георгиев, инженер-конструктор ЗАО «ЦНИИ СМ»

ем остаточных напряжений сжатия в поверхностном слое, что позволяет практически полностью устранить снижение прочности, вызванное концентрацией напряжений.

Для уменьшения веса конструкции и увеличения ее жесткости при изгибе целесообразно использовать сечения коробчатой формы вместо сплошных, применять ребра жесткости и подпорки.

Конструкции больших размеров желательно делать неработающими на изгиб, заменять балки фермой, стержни которой работают на растяжение или сжатие. Правда, в этих случаях необходима проверка сжатых стержней на устойчивость.

Внешние нагрузки, если есть возможность, лучше прикладывать ближе к опорным точкам конструкции, что ведет к уменьшению изгибающих моментов и, соответственно, к уменьшению веса конструкции при той же прочности.

Статически неопределимые системы всегда жестче, чем статически определимые того же веса.

С точки зрения только прочности система из одного стержня всегда будет весить меньше, чем система из многих стержней. Увеличение жесткости статически неопределимых систем влечет за собой увеличение собственной частоты, коэффициента динамичности, рост динамических напряжений при ударных нагрузках. Расчет статически неопределимой системы значительно сложнее, чем статически определимой.

В статически неопределимых системах возникают температурные и монтажные напряжения, что надо учитывать при проектировании и предусматривать возможность регулировки зазоров и мест сборки элементов конструкции.

Нерационально использование высокопрочных сталей для стержней, работающих на сжатие, так как устойчивость зависит от модуля Юнга, который примерно одинаков для всех сталей.

С точки зрения механики разрушения применение малоуглеродистых пластичных сталей снижает опасность хрупкого разрушения, так как для них критическая длина трещины измеряется в метрах.

Для деталей сравнительно малых размеров нет необходимости иметь большую критическую длину трещины. Для них целесообразно применение высокопрочных сталей.

Собственная частота конструкций, нагруженных периодически действующей силой, не должна быть близкой к резонансной. «Отодвинуться» от резонансной частоты (в ту или иную сторону) можно, изменив массу или жесткость конструкции.

Увеличение массы или уменьшение жесткости ведет к уменьшению низшей собственной частоты конструкции.

Нельзя забывать и об условиях хрупкого и вязкого разрушения, ведь переход от пластичного разрушения к хрупкому может вызвать внезапное разрушение при нагрузках, вроде

АВИГАТЕЛИ, ОБОРУДОВАНИЕ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

бы гарантирующих надежную работу конструкции. Используемый материал должен при заданных условиях эксплуатации сохранять вязкий характер разрушения.

Использование алгоритмов оптимизации при расчете любой конструкции позволяет путем замены численных значений параметров и построения графиков наблюдать тенденцию изменения эффективности работы конструкции и выбрать наиболее рациональную конструкцию.

ВЫБОР КРИТЕРИЕВ ОПТИМИЗАЦИИ

В большинстве случаев главным показателем совершенства конструкции является ее масса. При проектировании необходимо выбрать такие геометрические характеристики конструкции, которые обеспечивают ее минимальную массу. В ряде случаев основным критерием эффективности служит производительность работы механизма или его цена.

С математической точки зрения цель оптимизации состоит в отыскании максимального или минимального значения функции нескольких переменных, удовлетворяющей нескольким дополнительным требованиям. Эта функция называется целевой, а дополнительным требованиям соответствуют конструктивные или технологические ограничения задачи.

Целевая функция Z и функции ограничений f_1, f_2, \dots, f_n должны быть выражены через структурные переменные X_1, X_2, \dots, X_n :

$$\begin{aligned} Z &= Z(X_1, X_2, \dots, X_n); \\ f_1 &= f_1(X_1, X_2, \dots, X_n); \\ f_2 &= f_2(X_1, X_2, \dots, X_n); \\ &\dots \dots \dots \\ f_n &= f_n(X_1, X_2, \dots, X_n); \end{aligned}$$

В стержневых системах, работающих на растяжение-сжатие, структурные переменные – это площади поперечных сечений $X_1=A_1, X_2=A_2, \dots, X_n=A_n$ или их размеры, а целевая функция – масса стержневой системы. Тогда

$$Z = \sum_{i=1}^n p_i L_i A_i,$$

где p_i – плотность материала; L_i – длина стержня.

Через площади сечений или их размеры должны быть выражены и функции ограничений.

Единственными независимыми изменяемыми структурными переменными при решении задачи оптимизации будут площади сечений или их размеры. Для стержней, работающих на изгиб, структурными переменными будут размеры сечений, через которые выражаются моменты инерции, моменты сопротивления, напряжения и перемещения, а также целевая функция и ограничения к ней.

В качестве ограничений часто используются:

- допускаемые значения напряжений;
- перемещения в определенных точках конструкции;
- критические усилия или напряжения потери устойчивости;
- толщина стенки или размеры сечений.

При решении задачи оптимизации ограничения записываются как в виде равенств, так и неравенств.

Ограничения определяют область нахождения структурных переменных. Чем меньше эта область, тем проще решить задачу оптимизации.

Среди конкретных, часто используемых приемов оптимизации отметим оценки, базирующиеся на условиях равнопрочности, решение обратных задач, математическое определение экстремума целевой функции, математическое программирование.

Под равнопрочностью понимается равенство максимальных напряжений во всех элементах конструкций, иногда во всех сечениях элемента конструкции. Условие равнопрочности почти всегда соответствует и минимальному весу конструкции.

Бывают прямые и обратные задачи оптимизации. В *прямых задачах* конструкции задаются формой и размерами, определяют напряжения и перемещения и проверяют, удовлетворяют ли они выбранным условиям оптимизации.

В *обратных задачах* конструкции задаются их конечным состоянием, т. е. напряжениями и перемещениями в рабочем состоянии, и определяют форму и размеры конструкции, а также нагрузки, приводящие систему в заданное состояние.

Поиск экстремума целевой функции – весьма сложная задача, требующая наличия компьютерной программы пошагового поиска экстремума сложной функции.

Наиболее сложными являются случаи поиска глобального экстремума при наличии локальных экстремумов. Про алгоритмы итерационных методов, решающих подобного рода задачи, говорилось в предыдущих публикациях. Они требуют специального компьютерного программирования.

В большинстве случаев задачи оптимизации решаются с применением

распространенных программных продуктов, выполняющих математические вычисления. Следует отметить, что, как правило, в состав стандартных операций, включенных в алгоритмы подобного рода программ, уже входят процедуры, позволяющие определить минимум функции. Для наглядности продемонстрируем примерные расчеты по оптимизации стержневой системы. Решение задачи производилось в программной среде Mathcad.

Как уже отмечалось, условие равнопрочности соответствует минимальному весу конструкции.

ОПТИМИЗАЦИЯ СТЕРЖНЕВОЙ СИСТЕМЫ

Для кронштейна из двух шарнирно соединенных стержней требуется определить углы α_1 и β_2 из условий равнопрочности стержней $y_1=y_2=[y]$ и минимального веса кронштейна.

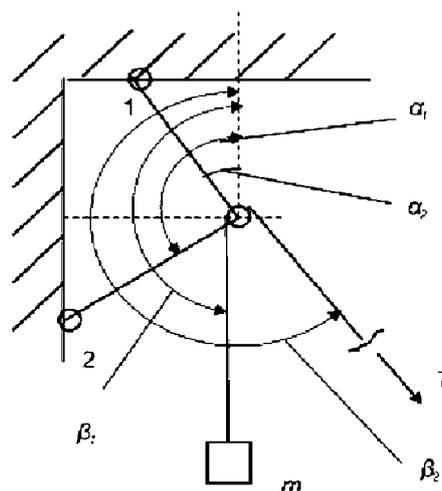


Рис. 1. Оптимизируемая система

Приведем алгоритм программы с необходимыми пояснениями. Для наглядности представим решение задачи в виде математических операторов программы.

1. Устанавливаем соответствие единиц измерения:

$$m := m; \text{ см} := 0.01 \cdot m; \text{ мм} := 0.001 \cdot m;$$

$$\text{МПа} := 10^6 \cdot \frac{\text{Н}}{\text{м}^2};$$

$$\text{кН} := 1000 \cdot \text{Н}; \text{ кг} := \text{кг}; \text{ град} := \text{deg}.$$

2. Исходные данные: длины стержней: $L1 := 2 \cdot m, L2 := 3 \cdot m,$

$$T := 10 \cdot \text{кН}, y_{\text{доп}} := 100 \cdot \text{мПа},$$

$$c := 8000 \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3},$$

где T – величина усилия; c – плотность материала стержней; $\sigma_{\text{доп}}$ – максимальное допускаемое напряжение в стержнях.

Величины углов, определяющих положение системы:

$$\alpha_1 := 30 \cdot \text{град}, \alpha_2 := 120 \cdot \text{град}, \beta_1 := 180 \cdot \text{град}, \beta_2 := 210 \cdot \text{град}.$$

3. Определение продольных усилий.

Ограничениями являются критические усилия

$$N1 := 10 \cdot \text{кН}, N2 := 10 \cdot \text{кН}.$$

Запишем условие равновесия:

$$N1 \cdot \cos(\alpha_1) + N2 \cdot \cos(\alpha_2) + T \cdot (\cos(\beta_1) + \cos(\beta_2)) = 0;$$

$$N1 \cdot \sin(\alpha_1) + N2 \cdot \sin(\alpha_2) + T \cdot (\sin(\beta_1) + \sin(\beta_2)) = 0;$$

$$Z(\alpha_2, \beta_2) := \text{Minerr}(N1, N2),$$

где Z – величина, определяющая старт и окончание пошагового алгоритма.

Структурные переменные – это площади поперечных сечений $A1$ и $A2$.

Функции ограничений (из условия равнопрочности стержней) выражаем через структурные переменные:

$$A1(\alpha_2, \beta_2) := \frac{|N1(\alpha_2, \beta_2)|}{\sigma_{\text{доп}}},$$

$$N1(\alpha_2, \beta_2) := Z(\alpha_2, \beta_2)_0;$$

$$A2(\alpha_2, \beta_2) := \frac{|N2(\alpha_2, \beta_2)|}{\sigma_{\text{доп}}},$$

$$N2(\alpha_2, \beta_2) := Z(\alpha_2, \beta_2)_1.$$

4. Определение массы кронштейна.

Целевая функция

$$m(\alpha_2, \beta_2) := c \cdot (A1(\alpha_2, \beta_2) \cdot L1 + A2(\alpha_2, \beta_2) \cdot L2).$$

5. Поиск углов, при которых масса кронштейна минимальна.

Ограничения по геометрическим соотношениям

$$\text{Given } 90 \cdot \text{град} < \alpha_2 < 180 \cdot \text{град}, 180 \cdot \text{град} < \beta_2 < 270 \cdot \text{град}.$$

Выполняем поиск минимума по следующим логическим командам

$$ZZ := \text{Minimize}(m, \alpha_2, \beta_2)$$

$$ZZ = \left(\begin{matrix} 123 \\ 240 \end{matrix} \right) \text{град} \quad \alpha_2 := ZZ_0 \quad \beta_2 := ZZ_1.$$

6. Вывод результатов расчета:

$$m(\alpha_2, \beta_2) = 2.771 \text{ кг} \\ A1(\alpha_2, \beta_2) = 1.732 \text{ см}^2 \\ A2(\alpha_2, \beta_2) = 0 \text{ см}^2$$

7. Зависимость массы кронштейна от углов α_2 и β_2 .

Для наглядности полученный результат отобразим графически

$$m := \text{CreateMesh}(m, 110 \cdot \text{град}, 150 \cdot \text{град}, 200 \cdot \text{град}, 260 \cdot \text{град})$$

$\alpha_2 =$	$m(\alpha_2, \beta_2) =$	$m(\alpha_2, \beta_2) =$
90 град	4.83 кг	4.83 кг
100	4.55	4.55
110	4.35	4.35
120	4.19	4.19
130	4.06	4.06
140	3.97	3.97
150	3.91	3.91
160	3.88	3.88
170	3.9	3.9
180	4	4

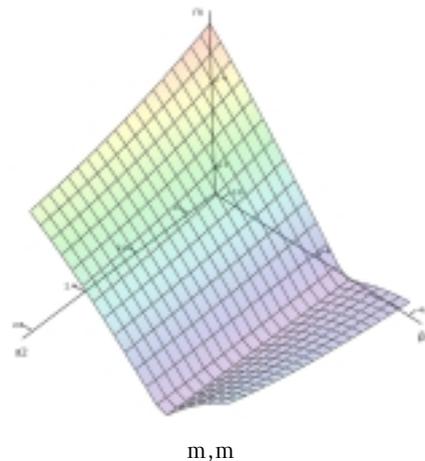


Рис. 2. График зависимости массы кронштейна от углов α_2 и β_2

Оптимальное решение (наименьший вес кронштейна) соответствует случаю, когда вектор геометрической суммы двух усилий T направлен вдоль стержня 1, тогда второй стержень остается ненагруженным (ненужным).

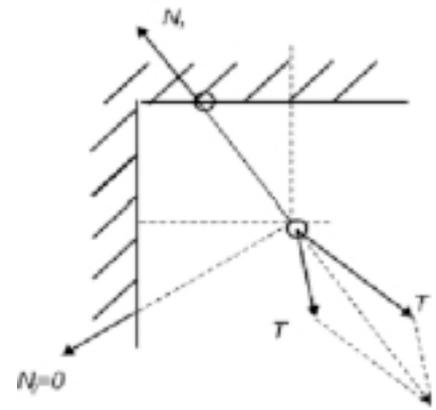


Рис. 3. К выводу оптимального решения

ВЫВОДЫ

Таким образом, данные теоретические подходы могут реализовываться при создании новых изделий. При этом необходимо стремиться к созданию легких и прочных конструкций, а это невозможно без применения процедур оптимизации. Для сокращения времени поиска оптимального решения рекомендуется применять расчетные математические пакеты. Умение пользоваться современными методами на базе программирования позволяет быстро и качественно осуществить процедуру оптимизации конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров А.В., Потанов В.Д., Державин Б.П. Сопротивление материалов. – М.: Высшая школа, 2000. – 559 с.
2. Джонсон У., Меллор П. Теория пластичности для инженеров. – М.: Машиностроение, 1979. – 567 с.
3. Когаев В.П., Махутов Н.А., Гусеников А.П. Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность. – М.: Машиностроение, 1985. – 223 с.
4. Макаров Е.Г. Инженерные расчеты в Mathcad. – СПб.: Питер, 2003. – 448 с.
5. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести. – М.: Машиностроение, 1979. – 400 с.
6. Макаров Е.Г. Сопротивление материалов на базе Mathcad. – СПб.: БХВ, 2004. – 512 с. ■



ИСТОРИЯ ОАО «ЭЛЕКТРОРАДИО- АВТОМАТИКА» НЕРАЗРЫВНО СВЯЗАНА С ИСТОРИЕЙ СТРАНЫ К 85-ЛЕТИЮ ОБЪЕДИНЕНИЯ

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

Вся история ОАО «ЭлектроРадиоАвтоматика», или, как привычнее, предприятия «ЭРА», неразрывно связана с историей страны: организовано оно было в декабре 1922 г., т. е. практически одновременно с созданием СССР. Тогда предприятие было зарегистрировано приказом ВСНХ в качестве Проектно-монтажной части, входящей в состав Петроградского электромашиностроительного треста. В архивах сохранились документы тех лет, к которым невозможно без волнения прикасаться. За лаконичными деловыми записями на выцветших, пожелтевших страницах – история становления и развития «ЭРЫ», судьбы людей нескольких поколений.

В 20–30-е гг. предприятие участвовало в строительстве легких крейсеров типа «Светлана», торпедных катеров, в переоборудовании яхты «Штандарт» в минный заградитель «Марти», а также в строительстве подводных лодок.

В тревожные предвоенные годы, когда сгущались тучи и на Западе, и на Востоке, подводные лодки отправлялись на Дальний Восток для последующей сборки и передачи Тихоокеанскому флоту. Для выполнения этих сложных и ответственных операций требовались высокие опыт и мастерство всего коллектива. 1938 г. был отмечен подъемом в развитии отечественного судостроения. В «Электромортресте» – так называлось тогда предприятие – работало около 1000 человек, а в предвоенном 1940 г. – уже 1300 человек.

В период Великой Отечественной войны, в тяжелое время 900-дневной блокады Ленинграда, под постоянными бомбардировками и артобстрелами электромонтажники ремонтировали и строили бронекатера, надводные корабли, в том числе крейсера «Киров», лидеры эсминцев «Минск» и «Ленинград», подводные лодки для

Балтийского флота, плашкоуты и баржи, на которых по Ладоге в осажденный город доставлялись продовольствие, оружие, медикаменты.

Особо напряженная работа велась по оборудованию кораблей противоминными размагничивающими устройствами, разработанными Ленинградским физико-техническим институтом (ныне – ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН) еще в предвоенные годы. Уже в июле 1941 г. эти системы начали устанавливаться на кораблях Балтийского флота и Ладожской флотилии. Решением заместителя наркома ВМФ Л.М. Галлера основная задача по изготовлению элементов оборудования размагничивающих устройств и их монтажу на кораблях возлагалась на предприятие «Электромортрест», а в качестве контрагентов привлекались группа ЦКБ-52 Наркомата судостроительной промышленности, ленинградские судостроительные заводы и судоремонтные мастерские Балтийского флота.

В июле–августе 1941 г. ЦКБ-52 было эвакуировано в г. Горький, однако, учитывая важность работ, часть его специалистов была оставлена в городе и вошла в качестве конструкторского бюро в ленинградский «Электромортрест». Уже в сентябре 1941 г. бригады электромонтажников нашего предприятия и привлекаемые специалисты работали на разных площадках (Таллин, Новая Ладога, Кронштадт), чтобы защитить боевое ядро кораблей Балтийского флота от магнитных мин противника.

В документах военного времени из-за требований секретности очень скупо упомянуты эти работы, но именно за них 14 наших сотрудников были награждены орденом Красной Звезды, ведь широкое внедрение этого, впервые примененного в практике отечественного кораблестроения элемента борьбы с магнитными минами

позволило сохранить сотни судов и тысячи человеческих жизней. Это был героический труд людей, испытывавших все тяготы войны, а в ведомостях о зарплате напротив множества фамилий сделаны записи: «Невостребована» или «Адресат не обнаружен». Что это означало, мы прекрасно понимаем.

После окончания Великой отечественной войны наше предприятие, как и многие другие ленинградские предприятия, получило задание на восстановление разрушенного города, в первую очередь жилых домов. Именно нами были восстановлены, а точнее практически заново построены жилые дома по Невскому пр., 112 и 32/34, пр. Декабристов, 29, Дровяному пер., 12, Дмитровскому пр., 16, Столярному пер., 10, отстроены дома в Володарске, Таллине, Риге. Помимо жилых домов нами были построены здания ремесленного училища, общежития, электротехнического цеха, складские корпуса.

В послевоенные годы коллектив предприятия «ЭРА» принимал непосредственное участие в строительстве легких крейсеров «Железняков», «Орджоникидзе», «Александр Невский» и «Адмирал Лазарев», переданных флоту в 1950–1953 гг., в ремонте крейсера «Киров», а также в строительстве подводных лодок, глубоководных аппаратов и в выполнении других заказов ВМФ.

Параллельно с этим предприятие участвовало и в строительстве судов для гражданского флота – контейнеровозов, сухогрузов, танкеров, лесовозов, плавучих буровых установок. Особо необходимо отметить вклад работников в строительство атомного ледокола «Ленин» – первенца отечественного атомного ледоколостроения.

В 60-х–70-х гг. предприятие участвовало в строительстве спасательных судов, портовых ледоколов пр. 97 для

ВМФ, ракетных катеров, эскадренных миноносцев, БПЛ, тральщиков, кораблей радиотелеметрического комплекса «Селена». В эти же годы строились дизельные подводные лодки различных серий пр. 96 и пр. 611 для ВМФ СССР и на экспорт. Главным достижением в 70–90-е гг. было создание атомных подводных лодок пр. 671 и его модификаций, а также пр. 705, что потребовало освоения новых технологий в электро-монтажном производстве. Именно в этот период работниками «ЭРА» были освоены и успешно применялись такие передовые технологии и методы организации труда, как электро-монтаж в укрупненных лодочных блоках с выводом транзитного кабеля на площадки прочного корпуса, агрегатно-модульный метод выполнения электро-монтажа по всем отсекам, новые способы разделки спецкабелей, их вулканизации и уплотнения. Подводные лодки пр. 641Э и 877ЭКМ до настоящего времени поставляются в ВМС ряда стран и признаются иностранными военными специалистами одними из лучших в мире.

Предметом заслуженной гордости коллектива являются работы, выполненные при строительстве атомных ледоколов «Арктика», «Сибирь», «50 лет Победы», тяжелых атомных крейсеров «Киров», «Адмирал Ушаков»,

«Лада» (постройки ФГУП «Адмиралтейские верфи»).

Высоко оценен вклад предприятия «ЭРА» в строительство эсминцев для КНР, фрегатов для Индии, заказов для Кубы, Греции, Вьетнама и пр. Накоплен значительный опыт строительства гражданских судов в соответствии с требованиями классификационных обществ DNV, BVQI, германского и британского Ллойда. Всего с непосредственным участием нашего предприятия было построено более 300 подводных лодок и сотни кораблей и судов различных классов и назначения. За отличную и добросовестную работу более 400 тружеников предприятия награждены медалями и орденами СССР и России. Наши специалисты-ветераны – золотой фонд предприятия. Великое им спасибо за самоотверженный труд!

Накопленный опыт помог коллективу предприятия преодолеть трудности, вызванные спадом производства в отрасли, значительным сокращением госзаказа, нарушением традиционных экономических связей с поставщиками кабеля и электрооборудования в 90-е гг.

Сегодня Санкт-Петербургское ОАО «ЭлектроРадиоАвтоматика» – это крупное современное электро-монтажное предприятие, являющееся основным партнером судостроитель-

не-Невский судостроительный завод», Выборгский судостроительный завод, Петрозаводский судостроительный завод «Авангард».

Предприятие обладает рядом мощных специализированных производств: кабелезаготовительным, механическим, монтажно-сборочным (изготовление щитовой продукции, судовых электрораспределительных устройств), развитыми складским и транспортным хозяйствами.

Создано проектно-конструкторское бюро для разработки документации по электрическим частям судов, оно укомплектовано квалифицированными специалистами, оснащено современной техникой, что позволяет выполнять работы на высоком уровне.

Для изготовления изделий электрослесарного насыщения и выполнения слесарно-сварочных работ непосредственно на заказах при их подготовке под электро-монтаж на предприятии создан и введен в промышленную эксплуатацию новый цех.

С каждым годом увеличивается насыщение кораблей различными системами, электроникой, что приводит к росту объема электро-монтажных работ и их сложности. Однако акционерное общество «ЭРА» успешно справляется с ними благодаря гибкой структуре, позволяющей оперативно маневрировать материальными и трудовыми ресурсами, концентрируя их в нужном месте и в нужное время – на любом судозаводе или строящемся заказе. Предприятие осваивает и применяет на практике рыночные методы управления, новые, соответствующие мировому уровню технологии. Все работы выполняются в соответствии с требованиями российских и международных стандартов. Признанием высокого качества являются лицензия на право выполнения полного цикла электро-монтажных и пусконаладочных работ на надводных и подводных объектах ВМФ, сертификат соответствия системы менеджмента качества требованиям международного стандарта ИСО 9001, сертификат международного общества «Регистр Ллойда» (Великобритания).

Большое внимание уделяется социальной сфере, в частности, развитию баз отдыха предприятия в пос. Серово и на оз. «Красногвардейское».

Время показывает, что ОАО «ЭлектроРадиоАвтоматика» – надежный партнер не только отечественных фирм, но и зарубежных компаний. ■

На правах рекламы



Наша гордость – ветераны предприятия: Н.П. Бойков, В.М. Бугровский, Д.М. Длугач, В.Л. Симоненко, М.Я. Яковлев, И.Я. Сватков, С.Л. Глайхенгауз, Н.И. Полулях, Н.А. Рябов, П.Г. Яшишин, Н.И. Трущенко, В.Н. Лавров, В.И. Андреев, Н.Р. Оленичев, В.А. Синотин

«Фрунзе», «Адмирал Лазарев», «Калинин», «Петр Великий» (Балтийский завод), десантных кораблей на воздушной подушке «Зубр» (СФ «Алмаз»), подводной лодки нового поколения

ных заводов Северо-Западного региона России: ФГУП «Адмиралтейские верфи», ОАО «Балтийский завод», ОАО «Северная верфь», Судостроительной фирмы «Алмаз», ФГУП «Сред-

Поздравляем юбиляра – ОАО «ЭлектроРадиоАвтоматика»



Трудно переоценить роль электромонтажников в процессе создания корабля. И в транспортных судах, и во всех 303 подводных лодках, построенных на «Адмиралтейских верфях» – огромная доля труда предприятия «ЭРА». И всегда его специалисты отличались высокой культурой, квалификацией, умением организовать работу.

Те усилия, которые предпринимаются сегодня руководством предприятия «ЭРА» по созданию своего собственного конструкторского направления, расширению работ, связанных с электрослесарным насыщением, говорят о том, что оно выходит на новый организационный уровень.

От имени судостроителей Санкт-Петербурга, Ленинградской области, «Адмиралтейских верфей» я сердечно поздравляю коллектив прославленного предприятия «ЭРА» с большим праздником. Я хотел бы пожелать ему новых успехов и исполнения всех мечтаний. Не сомневаюсь, что коллектив предприятия будет всегда на высоте.

В.Л. Александров, генеральный директор
ФГУП «Адмиралтейские верфи»

Мы построили около 1000 кораблей, и в строительстве каждого из них принимала участие «ЭРА». Двигатель мы называем сердцем корабля, но только электромонтажники этого объединения дают жизнь и двигателям, и всей аппаратуре, и кораблю в целом. Большое спасибо за труд, нам надо еще много кораблей построить, укрепить могущество флота Российского.

Я хочу еще раз поблагодарить предприятие «ЭРА» и пожелать его коллективу творческих успехов.

Л.Г. Грабовец, генеральный директор
ОАО «Судостроительная фирма «Алмаз»»



ОАО «ЭРА» всегда, на протяжении всей истории Северного ПКБ, была для нас не просто партнером, а настоящим соавтором всех тех кораблей, которые мы проектировали и строили.

Примерно 25 процентов трудоемкости строительства корабля занимают электромонтажные работы, поэтому именно «ЭРА» осуществляет многие замыслы конструкторов непосредственно на строящихся кораблях.

Коллектив «ЭРА» всегда отличали поиск нового, неформальное отношение к делу. Я поздравляю тружеников объединения с юбилеем и хочу пожелать дальнейших творческих успехов, благополучия и, безусловно, новых совместных работ на благо Российского Военно-Морского Флота.

В.Е. Юшин, генеральный конструктор
ФГУП «Северное проектно-конструкторское бюро»

Наши предприятия связывают деловые отношения, проверенные годами. Поставки кабельной продукции для электромонтажа на судозаводах Ленинграда начались с 1970 г., с момента основания завода «Азовкабель».

Сейчас ОАО «ЭРА» – основной потребитель нашей продукции в Северо-Западном регионе: доля закупок составляет примерно 90% всех поставок в регион.

ОАО «ЭРА» – надежный партнер, отличающийся высокой стабильностью работы, плановым подходом к формированию заказов, своевременностью выполнения договорных обязательств. Это славный коллектив, состоящий из профессионалов высокого уровня, замечательных людей, с которыми у нас за долгие годы работы сложились теплые человеческие отношения. Надеемся и впредь не потерять взаимного делового доверия, тонкого чувства партнерства в решении общих задач.

Сердечно поздравляем весь коллектив ОАО «ЭлектроРадиоАвтоматика» с юбилеем. Желаем крепкого здоровья, счастья, успехов в работе. И, конечно же, новых заказов!

С огромным уважением и любовью, **Д.В. Петров**, генеральный директор
ООО «Азовский кабель»





ЭРА

ОАО
ОСНОВАНО В 1922 ГОДУ

Электро Радио Автоматика

Полный комплекс электромонтажных, сопутствующих слесарно-сварочных и регулировочно-сдаточных работ на строящихся и ремонтирующихся судах.

Проектирование электрочасти судов.

Комплексная поставка судового электрооборудования и кабельной продукции.

Изготовление судовых электрораспределительных устройств.



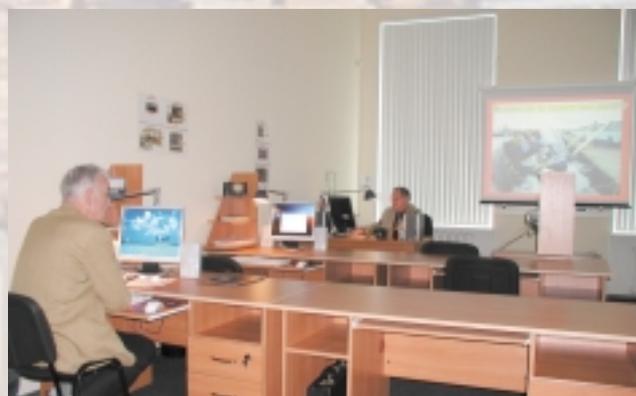
190000, Санкт-Петербург, пер. Гривцова, 1/64
тел.: 571-39-19; факс: 314-01-54;
E-mail: era@lek.ru

Разработка, производство, испытания, пуско-наладочные работы, обучение персонала, гарантийное и сервисное обслуживание систем управления и контроля различных классов и назначений – от локальных систем управления отдельными агрегатами (сепараторами, компрессорами, дизель-генераторами и т.п.) до комплексных автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) сложных объектов.

Системы автоматического управления техническими средствами для судов всех типов



Системы автоматического управления, контроля и диспетчеризации технологических процессов перегрузки и хранения различных видов сыпучих и наливных грузов в портовых терминалах



**Методический кабинет
с программно-аппаратным
комплексом тренажера
ТГОС-2006
по грузовым операциям
на сухогрузных судах
различного назначения**

**ОАО «Системы управления и приборы»
п/а: Россия, 194021, г. Санкт-Петербург, а/я 114
Адрес: 194156, г. Санкт-Петербург,
Большой Сампсониевский пр., д. 94, лит.А
тел./факс: (812) 336-97-57, (812) 336-97-55
e-mail: suip@inbox.ru, suip@tgos.ru
www.suip.ru**



Системы автоматического управления техническими средствами для судов всех типов

Централизованное управление, контроль
и сигнализация:

- Пропульсивным комплексом главный двигатель – винт регулируемого (фиксированного) шага
- Электроэнергетической установкой (ЭЭУ)
- Общесудовыми системами (ОСС)
- Вспомогательными механизмами (ВМ)
- Грузовыми операциями (ГО) танкеров



Системы автоматического управления, контроля и диспетчеризации технологических процессов перегрузки и хранения различных видов сыпучих и наливных грузов в портовых терминалах

- Централизованное управление и контроль оборудованием портовых терминалов сыпучих грузов, в т.ч. транспортерами, питателями, пылеподавителями, вентиляторами, шиберами, разделителями потоков и т.д.



- Централизованное управление, контроль и коммерческий учет различных видов наливных грузов портовых терминалов в режимах:
 - прием в резервуарные парки с наливных судов, ж/д и автоцистерн;
 - отгрузка из резервуаров в наливные суда, ж/д и автоцистерны;
 - хранение в резервуарах с измерением физических параметров (температура, давление, уровень, объем, масса, плотность).

ЛАГУНА



Совместное плавание
Применение оружия и технических средств
Ведение боевых действий
Отражение атак противника
Управление кораблем в различных условиях обстановки
Швартовые и буксирные операции

Комплексные тренажеры для подготовки боевых расчетов и экипажей надводных кораблей различных классов

Тренажеры по управлению кораблем и обеспечению навигационной безопасности плавания

ЗАО "Р.Е.Т. КРОНШТАДТ"
107014, Россия
Москва, ул. Стромынка, д.18
тел.: (495) 748-35-84
факс: (495) 748-35-85
e-mail: mainoffice@kronshtadt.ru



Сегодня, на рубеже тысячелетий, трудно переоценить роль и место компьютерных технологий в непрерывно развивающихся высокотехнологичных системах. Уходят в историю аналоговые системы, их место по достоинству занимают непрерывно совершенствующиеся цифровые технологии.

Новые технологии не обошли стороной и морскую составляющую в сложной цепи вооружения и военной техники. На смену устаревшим кораблям и судам приходят усовершенствованные образцы, их вооружение и техника уже имеют мало общего с предшествующими аналогами, а значит, требует принципиально нового подхода к подготовке специалистов, обслуживающих эти системы.

Основанная в 1990 г. компания «Транзас» – один из ведущих производителей высокотехнологичной продукции, пользующейся спросом во всем мире, в том числе и тренажерных систем для профессиональной подготовки специалистов гражданского и военно-морского флота. Разнообразные тренажеры позволяют проводить обучение по различным специальностям. На сегодняшний день «Транзас» оснастил своими тренажерными системами несколько сот учебно-тренажерных центров и учебных заведений более чем в 50 странах мира.

В настоящее время наблюдается стремительный рост номенклатуры новых видов технических средств обучения операторов различных технических средств, в том числе и корабельных систем вооружения. Для обеспечения нового уровня реалистичности тренажерного обучения «Транзас» разработал и внедряет новейшую концепцию «Комплексного тренажерного обучения», в основе которой лежит принцип совместного использования нескольких тренажеров. Наиболее оптимальной является комплектация тренажера следующими модулями: навигационным (тренажер навигационного мостика); электромеханическим (тренажер главной энергетической установки корабля, электроэнергетической системы и общекорабельных систем); радиотехни-

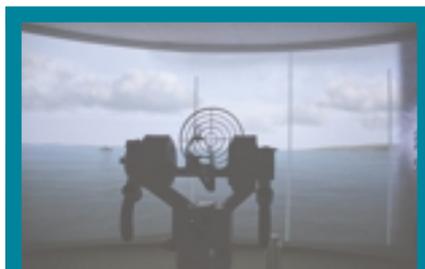


**КТ «Лагуна-1241РЭ/12418»
Ходовой мостик катера с системой визуализации**

КОМПЛЕКСНЫЙ ТРЕНАЖЕР СУДНА (КОРАБЛЯ) «ЛАГУНА»

В.А. Барков, зам. технического директора ЗАО «Транзас»,
Е.В. Комраков, генеральный директор ЗАО «Р.Е.Т. Крошштадт»,
А.Н. Ратнер, заместитель генерального директора ЗАО «Транзас»

ческого вооружения корабля (тренажеры основных радиотехнических средств корабля); вооружения корабля (тренажеры корабельных систем и комплексов вооружения); авиационным (тренажер поста управления полетами палубной авиации, при наличии на корабле летательного аппарата).



**КТ «Лагуна-1241РЭ/12418»
АРМ оператора визирной колонки с системой визуализации**

Предлагаемый спектр тренажеров можно классифицировать по функциональности и варианту исполнения. В соответствии с этим различают:

– *тренажеры программного типа*, предназначенные для привития у обучаемого моторных навыков по работе с тем или иным техническим средством или видом вооружения; построены на базе персонального компьютера (отображают на экране монитора внешний облик прибора или системы, все органы управления которого обладают функциональностью реального образца). Эффективность использования такого тренажера достигается путем включения в программу обучения компьютерных обучающих программ (КОП);

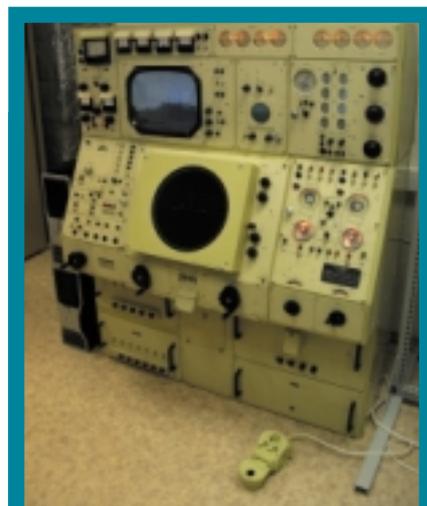
– *тренажеры комбинированного типа*, предназначенные для привития у обучаемого моторных и сенсомоторных навыков по работе с тем или иным техническим средством или видом вооружения; построены на базе персонального компьютера (как и тренажеры программного типа) с включением в его состав действующих макетов отдельных приборов и видов вооружения;

– *тренажеры макетного типа*, предназначенные для привития у обучаемого моторных, сенсомоторных и сенсорных навыков по работе с тем или иным техническим средством или видом вооружения; построены на базе персонального компьютера в виде макетов каждого конкретного образца вооружения.

Наиболее оптимальным тренажером, с точки зрения соотношения цены и качества, является тренажер комбинированного типа, позволяющий при относительно низкой себестоимости достигать достаточно высоких качественных показателей обучения.

Тренажеры программного типа позволяют обучаемым эффективно совершенствовать ранее приобретенные навыки, но требуют совместного использования тренажера и реальной материальной части. Их стоимость более приемлема для заказчика с ограниченными финансовыми ресурсами.

Тренажеры макетного типа, имеющие вследствие своей специфики высокую стоимость, эффективны при подготовке специалистов, незнакомых с изучаемым образцом вооружения и техники, а также всех специалистов независимо от уровня их профессиональ-



**КТ «Лагуна-1241РЭ/12418»
Имитатор РЛС управления стрельбой артиллерии типа МР-123, макетное исполнение**



**КТ «Лагуна-1241РЭ/12418»
Электромеханический модуль
АРМ КСУТС «Орион»**

ной подготовки и опыта эксплуатации системы.

Тренажеры типа «Лагуна» предназначены для использования в береговых условиях для подготовки и обучения корабельных расчетов (вахтенного состава, экипажей в целом) по управлению надводными кораблями различных классов при маневрировании в различных условиях обстановки, использованию корабельного оружия и технических средств. Существуют два основных типа морских тренажеров серии «Лагуна»:

- тренажер по управлению надводным кораблем для подготовки вахтенного состава ходового мостика – SHS (Ship Handling Simulator);

- комплексный тренажер для подготовки экипажа и боевых расчетов в целом – FMSCS (Full Mission Ship Combat Simulator).

Одним из последних и наиболее масштабных проектов морского направления компании «Транзас» является создание комплексного тренажера ракетных катеров пр. 12418 и 1241 РЭ «Лагуна», построенных в России для ВМС дружественного Вьетнама. Комплексный тренажер комбинированного типа интегрирован с системой NT-PRO (Navi-Trainer Professional) и ERS (Engine Room Simulator), разработанной в группе компаний «Транзас».

Тренажеры предназначены для выработки у обучаемых твердых знаний, командных и операторских навыков управления кораблем в различных условиях эффективного применения оружия и технических средств.

Модульно-блочный принцип построения тренажера позволяет обеспечить как одиночную (индивидуальную) подготовку оператора той или иной корабельной системы, так и групповую подготовку расчетов, а также комплексную подготовку экипажа корабля в целом. Смысл подготовки личного состава на таких тренажерах заключается в отработке слаженных действий всего экипажа корабля в условиях, максимально приближенных к боевым. При этом каждый обучаемый должен научиться действовать с высокой степенью профессионализма на своем посту.

Тренажер позволяет реализовывать и моделировать задачи кораблевождения (маневрирование при швар-

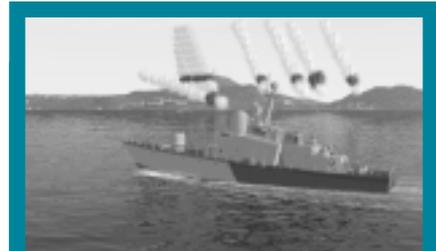


**КТ «Лагуна-1241РЭ/12418»
АРМ оператора полуавтоматического
управления АК-176**

товках, плавание в сложных условиях обстановки, решение задач маневрирования, использование имитаторов морских средств навигации и т.д.); управления кораблем (использование действующего макета авторулевого, основных и запасных машинных телеграфов, использование подруливающих устройств и т.д.); тактического маневрирования (совместное плавание в строях и ордерах, маневрирование для применения оружия и решения специфических задач и т.д.); применения кораблем оружия и технических средств; борьбы за живучесть корабля.



**КТ «Лагуна-1241РЭ/12418»
Дисплейный имитатор ВД-221**



**Постановка помех комплексом
ПК-10**



**Выполнение артиллерийской
стрельбы по морской цели ком-
плексом АК-176М**



**Выполнение ракетных стрельб
комплексом П-20М**



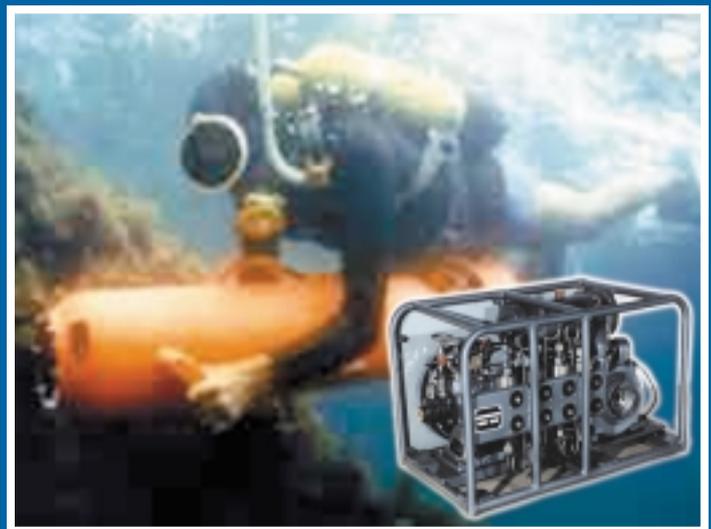
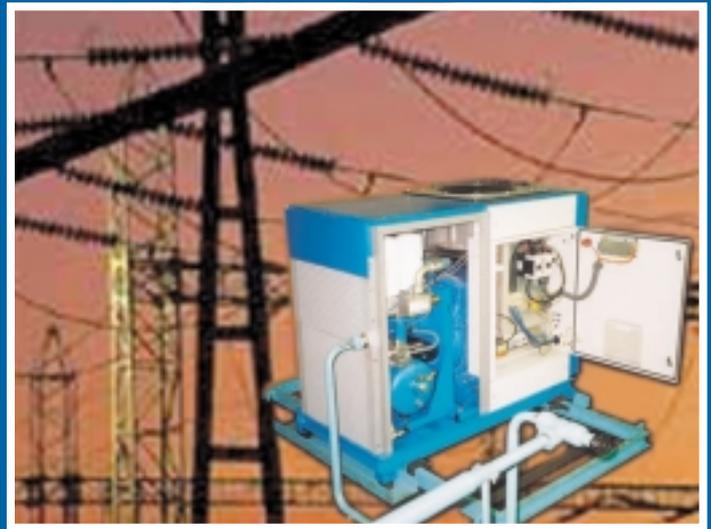
**КТ «Лагуна-1241РЭ/12418»
Модуль РАВ и РТВ**

На ближайшую перспективу морское направление компании «Транзас» взяло на себя задачу создать комплексный тренажер для подготовки экипажей десантных кораблей совместно с техникой десанта, а также многофункциональный комплексный оперативно-тактический тренажер (МКОТТ) по подготовке экипажа авианесущего корабля и штаба авианосной многоцелевой группы. ■



О А О « КО М П Р Е С С О Р »

ОСНОВАНО В 1877 ГОДУ



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

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

Новая ЭРА Надежного электроснабжения



КОМПЛЕКСНЫЕ ПРОЕКТЫ В ОБЛАСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И АВТОМАТИЗАЦИИ

РАЗРАБОТКА И ПОСТАВКА

- Главные и вторичные ЭРУ
- Центры управления электродвигателями
- Магнитные пускатели
- Преобразовательные агрегаты

МОНТАЖНЫЕ И ПУСКОНАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ



ПРИГЛАШАЕМ К СОТРУДНИЧЕСТВУ!

ОАО «НОВАЯ ЭРА»
195248, Санкт-Петербург,
ул. Партизанская, д. 21
Тел.: (812) 740-57-36, 303-97-99
303-89-71
факс: (812) 303-89-77
sales@newelectro.ru
www.newelectro.ru