

ВІСНИК

ОДЕСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО
МОРСЬКОГО
УНІВЕРСИТЕТУ

4(46)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



**ВІСНИК
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
МОРСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

Збірник наукових праць

ВИПУСК 4 (46)

Заснований у червні 1997 року

Одеса – 2015

**ОДЕСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ВІСНИК
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО МОРСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

№ 4 (46) 2015 **Заснований у червні 1997 року** **Виходить 4 рази на рік**

Свідоцтво Міністерства юстиції України
про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ № 17536-6286 Р від 11.02.2011 р.

УДК 629.12.002(082) Збірник включено до переліку № 1 наукових фахових
видань України, в яких можуть публікуватися
результати дисертаційних робіт на здобуття наукових
ступенів доктора і кандидата наук
(Постанова ВАК № 1-05/1 від 26.01.11)

Засновник і видавець:
внз «Одеський національний морський університет»
Україна, 65029, м. Одеса, вул. Мечникова, 34

Редакційна колегія:

д-р економ. наук, проф. *С.В. Руденко* – відп. редактор
канд. техн. наук, доц. *О.В. Демідюк* – заст. відп. редактора
Г.І. Силакова – відповід. секретар

д-р фіз.-мат. наук, проф.	<i>Андронов І.Л.</i>	д-р техн. наук, проф.	<i>Івановський В.Г.</i>
д-р техн. наук, проф.	<i>Вассерман О.А.</i>	д-р техн. наук, проф.	<i>Іванченко О.О. (Росія)</i>
д-р техн. наук, проф.	<i>Гришин В.О.</i>	д-р техн. наук, проф.	<i>Козляков В.В.</i>
д-р техн. наук, проф.	<i>Гришин А.В.</i>	д-р економ. наук, проф.	<i>Лапкіна І.О.</i>
д-р техн. наук, проф.	<i>Дубровський М.П.</i>	д-р економ. наук, проф.	<i>Махуренко Г.С.</i>
д-р техн. наук	<i>Дульнев О.І. (Росія)</i>	д-р економ. наук, проф.	<i>Постан М.Я.</i>
д-р техн. наук, проф.	<i>Єгоров Г.В.</i>	д-р техн. наук, проф.	<i>Сизов В.Г.</i>
д-р техн. наук, проф.	<i>Єгунов К.В.</i>	д-р техн. наук, проф.	<i>Яровенко В.О.</i>

Рекомендовано до друку Вченою радою
Одеського національного морського університету
(протокол № 4 від 28 жовтня 2015 р.)

Відповідальність за достовірність фактів, цитат, власних імен, географічних назв, назв підприємств, організацій, установ та іншої інформації несуть автори статей.
Висловлені у цих статтях думки можуть не збігатися з точкою зору редакційної колегії,
не покладають на неї ніяких зобов'язань.
Передруки і переклади дозволяються лише за згодою автора та редакції.

**ВИДАТНІ ВЧЕНІ
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО МОРСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

Медведев С.А. Секреты творчества учёного-педагога	5
-------------------------------------------------------------------	----------

ПРОЕКТУВАННЯ СУДЕН

Egorov G.V., Vorona O.A., Chernii V.A. Account of strength requirements and damage control during real salvage operation of river-sea tanker	8
Egorov G.V., Pnytskyi I.A. Concept of arctic class sea ferry for Sakhalin region	21
Egorov G.V., Egorov A.G. Effective technical solutions for far east shallow-water basins	35
Egorov G.V., Avtutov N.V. Creation of multifunctional ice-breaking tug for shallow water	46
Egorov G.V., Avtutov N.V. Based on market demand line-up of river-sea dry cargo-vessels	57
Zaiets A.U. Determining optimal parameters of a neural network for sea ice thickness prediction	68

**ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ
СУДНОВОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ**

Мошнянский А.Ф., Мошнянский А.А., Чумак О.А. Транспортировка вязких грузов на танкерах	75
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Лапкін О.І. Визначення варіанту експлуатації суден обмежених районів плавання в регіоні Чорного та Середземного морів	86
Шибяев А.Г., Вишнеvский Д.О. Обоснование параметров эффективности линейного сервиса универсальных судов для грузовладельца и судовладельца	98

<http://www.osmu.odessa.ua/ua/period-izd/vonmu/pro-sbornik.html>

Петров И.М. Обоснование функциональной модели должности морского агента как оператора сервисной эргатической системы	114
Жіжа Б.А. Постановка завдання формування операційної системи агента контейнерної судноплавної лінії	128
Крук Ю.Ю. Компенсационные механизмы оперативного управления обработки судна	149
УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ТА ПРОГРАМАМИ	
Kovalenko I.I., Chernova L.S. An approach to the forecast of the key performance indicators of the high technology enterprise's operations	162
Пизинцали Л.В. Целесообразность создания утилизационного предприятия на базе судоремонтного завода	170
АВТОРИ ЗБІРНИКА	184

С.А. Медведев

СЕКРЕТЫ ТВОРЧЕСТВА УЧЁНОГО-ПЕДАГОГА



14 мая 2015 года исполнилось 90 лет со дня рождения Николая Васильевича Олейника – замечательного человека, доктора технических наук, профессора, академика Транспортной академии Украины, основателя Одесской школы подготовки специалистов высшей квалификации в области сопротивления усталости деталей машин и элементов конструкций.

21 апреля 2006 года Николай Васильевич ушёл из жизни, оставив богатое научное и педагогическое наследие, ценность которого с годами только возрастает.

© Медведев С.А., 2015

ВИДАТНІ ВЧЕНІ
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО МОРСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Николай Васильевич родился на Сумщине, в 1942 году поступил в Одесский политехнический институт (ОПИ). В день освобождения г. Одессы 10.04.1944 г. добровольцем ушел на фронт, участвовал в боевых действиях по освобождению Приднестровья, в июне 1944 г. был ранен. После лечения в эвакогоспитале в г. Грозном, с января по август 1945 г. работал техником-конструктором спецстройтреста по восстановлению тракторного завода «Красный Октябрь» в г. Сталинграде.

В сентябре 1945 г. вернулся на учебу в ОПИ, который закончил с отличием в июне 1948 г.

После окончания Одесского политехнического института он поступил в аспирантуру. Его научным руководителем был учёный с мировым именем – профессор В.А. Добровольский. В послевоенные годы страна восстанавливала и развивала свою экономику и, в первую очередь, основную её отрасль – машиностроение. Николай Васильевич выбрал одно из самых важных и сложных направлений машиноведения – сопротивление усталости материалов и конструкций, чему посвятил всю свою последующую жизнь, творчески развивая это научное направление. Сочетая научную и педагогическую деятельность, он прошёл путь от аспиранта до доктора технических наук, профессора. На протяжении ряда лет заведовал кафедрой химического машиностроения и аппаратостроения в ОПИ.

Здесь Николай Васильевич основал научную школу, в которой под его руководством было подготовлено около 30 кандидатов и три доктора технических наук, в том числе Нгуен Чонг Гиеп – министр образования и науки Вьетнама.

В стенах ОПИ была создана и длительное время работала межкафедральная лаборатория циклической прочности. Кроме серийных испытательных машин лаборатория пополнялась модернизированными и вновь созданными машинами и приспособлениями, изготовленными на опытном заводе ОПИ по собственным чертежам исследователей. Были организованы и проводились круглосуточные длительные испытания усталостных образцов и моделей. В проведении испытаний и обработке их результатов широкое участие принимали студенты, из рядов которых выходили будущие аспиранты и молодые учёные.

В процессе исследований моделировались формы и размеры деталей сложной конфигурации, режимы их нагружения, оценивалось влияние агрессивных факторов и температуры на характеристики сопротивления усталости, проверялись научные гипотезы, усовершенствовались методы ускоренных испытаний.

Научные исследования выполнялись по заказу различных предприятий, что определило широкий фронт проводимых исследований. Результаты исследований неизменно доводились до инженерных методик и практических рекомендаций, внедрялись в производство при разработке полимерных прессов и автоматов, самоходных кранов, криогенных уста-

ВИДАТНІ ВЧЕНІ
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО МОРСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

новок, автомобилей, железнодорожного подвижного состава, судовых машин, авиатехники, химических машин и аппаратов.

Многочисленные публикации и доклады на конференциях Николая Васильевича свидетельствуют о его высоком авторитете среди как отечественных, так и зарубежных учёных-усталостников. На его счету более 500 публикаций, в том числе 32 монографии, 50 авторских свидетельств и патентов на изобретения.

В период с 1981 по 1985 год Н.В. Олейник работал руководителем отдела морской коррозии Физико-механического института АН УССР, где с новой силой проявился его талант ученого. Здесь он начал написание большой серии монографий, над которыми трудился вплоть до последних дней своей жизни.

С 1985 года снова педагогическая и научная работа – в Одесском институте инженеров морского флота он возглавляет кафедру теории механизмов и машин и деталей машин. Читает лекции студентам по деталям машин, конструкционной прочности и продолжает совершенствовать научные методы оценки сопротивления усталости материалов и конструкций и расчеты деталей судовых машин. Его научные разработки представляют огромную ценность как для самой науки об усталости, так и для инженерной практики по созданию конструкций машин самых различных направлений. Он неизменно входил в состав членов специализированных советов по защите кандидатских и докторских диссертаций в Одессе и других городах страны. Непревзойденный оратор, он регулярно выступал на научных конференциях самого высокого уровня.

Николай Васильевич всегда отличался неиссякаемым трудолюбием, высоким профессионализмом, чутким отношением к коллегам по работе, студентам и аспирантам. Всегда заботился о молодом поколении, привлекая студентов к научной работе, отбирал и возвращал молодые таланты – будущих кандидатов и докторов наук. Только за период работы в ОНМУ пять его аспирантов успешно защитили кандидатские диссертации.

Научную школу профессора Н.В. Олейника прошли многие учёные, в том числе преподаватели и сотрудники ОНМУ: доценты Вольчев А.В., Греченко П.И., Кобаков А.Г., Никифоров Ю.А., Олейник В.Н. (сын), Шумило А.Н., автор этих строк, а также доктор технических наук Коноплев Анатолий Васильевич – достойный продолжатель дела, которому Николай Васильевич посвятил свою жизнь.

Николай Васильевич был человеком высокой культуры, он хорошо знал украинскую и русскую литературу, любил поэзию, был глубоким ценителем и почитателем театрального искусства.

УДК 629.5

G.V. Egorov, O.A. Vorona, V.A. Chernii

ACCOUNT OF STRENGTH REQUIREMENTS AND DAMAGE CONTROL DURING
REAL SALGAVE OPERATION OF RIVER-SEA TANKER

Показано, что целью аварийно-спасательных операций является спасение аварийных судов при последовательном выполнении приоритетных задач по спасению людей, предотвращению загрязнения окружающей среды и уменьшению ущерба собственности. Главное условие успеха таких операций – это возможность оперативно и квалифицированно прогнозировать состояния судна, оценивать остаточную прочность поврежденного корпуса, изменения посадки и остойчивости объекта спасения. Применение такого комплексного подхода к борьбе за живучесть судна показано на примере операции по спасению танкера «Григорий Бугров». Танкер получил пять пробоин днища по левому борту суммарной протяженностью 96 м, в результате чего 3000 т забортной воды влилось в корпус. Наличие 6138 т груза и 80 т запасов на борту затрудняло в значительной степени проведения спасательных мероприятий. Результат спасательной операции: команда не пострадала, удалось не допустить разлива груза, судно спасено.

Ключевые слова: аварийно-спасательная операция, затопление, расчеты прочности, служба аварийной поддержки, борьба за живучесть.

Показано, що метою аварійно-рятувальних операцій є порятунок аварійних суден при послідовному виконанні пріоритетних завдань з порятунку людей, запобігання забруднення навколишнього середовища й зменшення збитку власності. Головна умова успіху таких операцій – це можливість оперативно й кваліфіковано прогнозувати стан судна, оцінювати залишкову міцність ушкодженого корпусу, зміну посадки й остійності об'єкта порятунку. Застосування такого комплексного підходу до боротьби за живучість судна показано на прикладі операції з порятунку танкера «Григорій Бугров». Танкер одержав п'ять пробоїн днища по лівому борту сумарною довжиною 96 м, у результаті чого 3000 т забортної води влилося в корпус. Наявність 6138 т вантажу й 80 т запасів на борту ускладнило в значній мірі проведення рятувальних заходів. Результат рятувальної операції: команда не постраждала, вдалося не допустити розливу вантажу, судно врятовано.

Ключові слова: аварійно-рятувальна операція, затоплення, розрахунки міцності, служба аварійної підтримки, боротьба за живучість.

It is shown, that the purpose of salvage operations is rescue of damaged ships with sequential performance of priority tasks on rescue of people, prevention of environmental pollution, decreasing of property damage.

© Egorov G.V., Vorona O.A., Chernii V.A., 2015

Capability of the operative and qualified prediction of the vessel's condition, estimation of damaged hull residual strength, change of the trim and stability of rescue object are the main conditions of success of such actions. The complex approach to survivability of the ship is considered on the example of the tanker «Grigoriy Bugrov» salvaging. The tanker received five damages of bottom shell at PS on the length of 96 m and 3000 t of outside water flooded into hull. The salvage operations were very hard because of presence of 6138 t of cargo and 80 t of stores onboard. Results of the salvage operation are as follows: the crew has no harms, cargo spill was avoided, and the ship is rescued.

Keyword: *salvage operation, flooding, strength calculations, Emergency Response Service, survivability.*

Problem statement. Purpose of the emergency salvage and underwater services (ESUS) is rescue of emergency vessels during consecutive carrying out priority tasks on people rescue, preventing environmental pollution and decreasing loss of property (vessel and cargo).

Certainly, a necessary condition for success rescue operations is presence of a specific personal experience and intuition, but sufficient condition is an opportunity to work out operative and qualified forecast of objects conditions, to estimate with help of computation (or sometimes by instrumental) methods the residual strength of the damaged hull as well as trim and stability alternations of the object of rescue.

Aim of this paper is demonstration (by the real examples) of realization of principles and approaches accepted for Emergency Response Service (ERS) in order to provide sufficient buoyancy, stability and strength of an emergency vessel in on-line regime with reference to actual hydrological and meteorological conditions.

Main text. Performance of these conditions is especially important at carrying out ESUS for vessels that transport dangerous cargoes onboard such as crude oil or petroleum products.

Beginning on 01.01.2007 due to Regulation 37.4 of MARPOL 73/78 Annex I, all oil tankers of 5000 tons deadweight or more shall have prompt access to shore ERS organization which is able to carry out operational damage stability and residual structural strength calculations.

Shore ERS center should have the software, allowing carrying out damage stability and residual structural strength calculations as well as estimation of oil spill after collisions, groundings, construction breakage, fires, explosions, etc. when emergency alternation of loading and/or hull load-carrying ability takes place.

According to the results of shore ERS center, calculations guidelines for the master are worked out. Guidelines include recommendations due to survivability fighting and decreasing of possible loss till composition of tug convoy for emergency towage.

Data base should be prepared to fulfil these ERS functions. Data base should be made for specific vessels, including early entered theoretical hulls and compartments, typical sections, strength building characteristics and typical loading conditions.

At every vessel's departure shipowner should inform ERS about vessel's actual loading which should be fixed at the data base.

Time of forwarding of calculation results and ERS recommendation towards the emergency vessel should not exceed 2 hours from the moment of ERS signal income.

ERS should be available round-the-clock without rest-days.

All the information should be duplicated.

For work providing ERS should have special communication channels intended only for a task in view.

The emergency actions scheme is given in the fig. 1. Actual survivability fighting at emergency vessel starts after making decision about saving vessel.

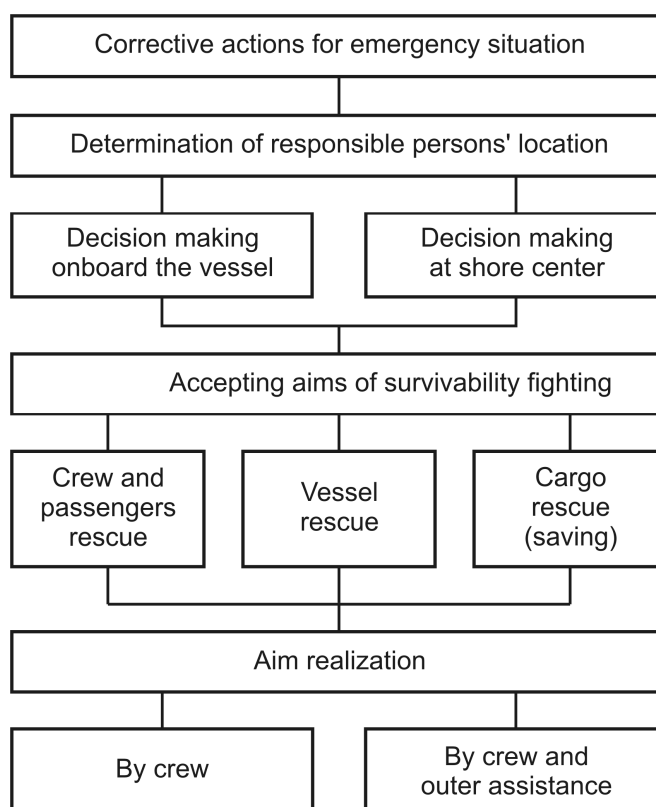


Fig. 1. Organization of crew and shore ERS center actions for an emergency situation correction

The problem consists in a high degree of uncertainty and transiency of emergency situation. In combination with responsibility for people's life, survivability of a vessel and safety of cargo this problem puts person accepting the decision in very rigid boundaries. Probably, this circumstance forced USA legislators by the first, and then and IMO ones to create shore support for the Master in order provide his actions in a critical situation.

Objective function of survivability fighting (i.e. vessel's saving) defines also requirements for providing safe moving the emergency vessel to the port after fulfilling operational measures. These requirements are based on meeting of the buoyancy, stability and strength criteria (see fig. 2).

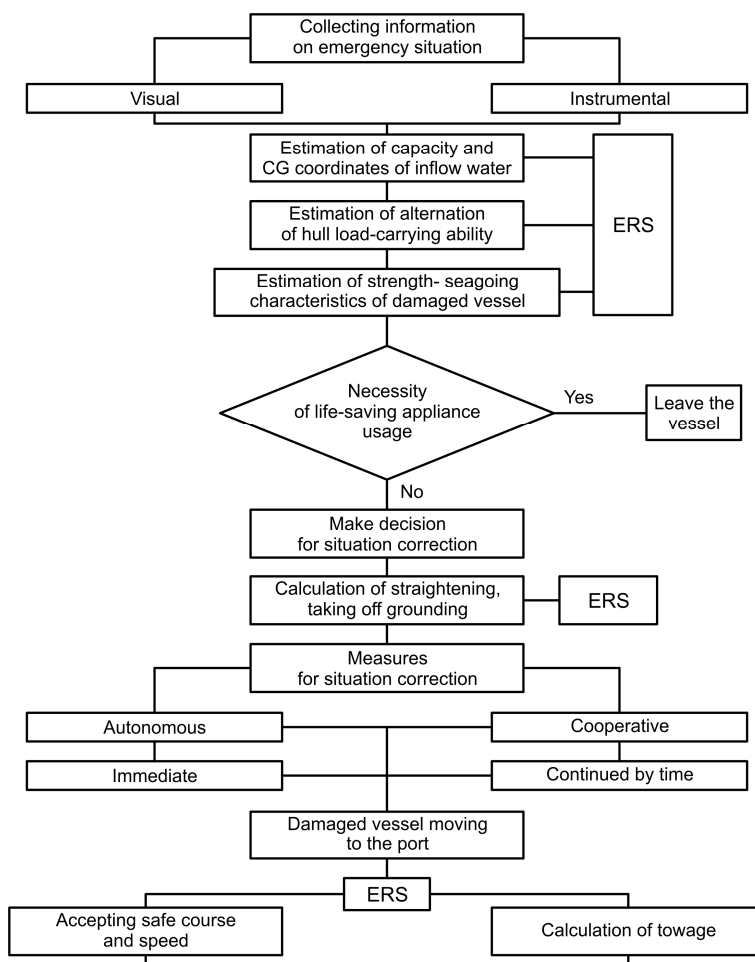


Fig. 2. Principal scheme of vessel's survivability fighting with help of Emergency Response Service

Survivability is formulated as vessel's hull ability to keep or restore in sufficient degree its operational characteristics after emergency alternation of loading and hull load-carrying ability and also after breakage of technical equipment. Besides unsinkability means survivability when hull's watertightness is breached and some compartments are flooded.

Based on actual breakage's dimensions and loading alternation due to water incoming, one may states that significant decreasing of the general strength should be included into list of controlled emergency after-effects (see table 1).

In accordance with Egorov [1], while preparing recommendations one should take into consideration buoyancy restoration requirements (in a view of maximal fore and aft draughts criterion $d_F \leq H$, $d_A \leq H$), stability restoration requirements (in a view of minimal initial transverse metacentric height $h^{min} \leq h$), heeling angle restriction requirements ($|\Theta| \leq \Theta^{max}$), providing general strength after hull breakage requirements ($[M]_j^{min} \leq M_j \leq [M]_j^{max}$, $[N]_j^{min} \leq N_j \leq [N]_j^{max}$, $j = 1, 2, \dots, k$) and also requirements due to restriction of compartments' capacity and constructions' local strength. Here d_F , d_A are fore and aft draughts; H is depth; h^{min} is minimal permissible initial transverse metacentric height; h is actual initial transverse metacentric height; Θ^{max} is maximal permissible heeling angle for concrete rescue operation; Θ is actual heeling angle; k is number of sections where bending moments and shear forces are controlled; M_j , N_j are bending moment and shear force at « j » controlled section; $[M]_j^{min}$, $[M]_j^{max}$, $[N]_j^{min}$, $[N]_j^{max}$ are permissible bending moments and shear forces at « j » section for sagging and hogging.

Table 1

Accident type influence on vessel's hull strength

Influence	Accident type				
	Collision to vessel or other floating object	Grounding (touching bottom)	Explosion	Fire	Leakage
Load-carrying ability (of breakage)	+	+	+	Thermal deformations of construction	-
Loading					
Outboard water	+	+	+	-	+
Cargo's leakage	+	+	+	-	+
Situation correction (straightening, taking off groun-	+	+	+	+	+

ding, firefighting)				
---------------------	--	--	--	--

In accordance with [2], still water permissible values $[M]_j$ and $[N]_j$ are defined in a form $[M_{sw}(x_i)] = \frac{0.8}{K_\Delta K_{BI} K_\theta} \cdot \sigma_T^H W_{min}^0 - M_w$, where K_Δ is applied to normal tensions rising due to missing part of longitudinal members and due to oblique bend; K_{BI} is coefficient of tensions rising (due to bi-moment) at open-type high damaged sections; K_θ is coefficient of normal tensions rising at static heeling; M_w is maximal value of bending moment for short trip (towage) route to the nearest shelter port; W_{min} is minimal hull's section modulus after damage; σ_T^H is normative yield limit of hull's steel.

Generally when equivalent girder element with cross-sectional area ΔF , coordinates Y_D, Z_D and own inertia moments i_y, i_z failure it is possible to use the following definition scheme for the changed geometric characteristics of cross section (its initial characteristics are I_Y and I_Z for inertia moments and F_0 for cross-sectional area):

1. Let's assume main centroidal axes (see fig. 3) for undamaged hull as comparison axes. Inertia moments around comparison axes are $I'_Y = I_Y - \Delta F \cdot Z_D^2 - i_y$, $I'_Z = I_Z - \Delta F \cdot Y_D^2 - i_z$, $I'_{YZ} = -\Delta F \cdot Z_D \cdot Y_D$.

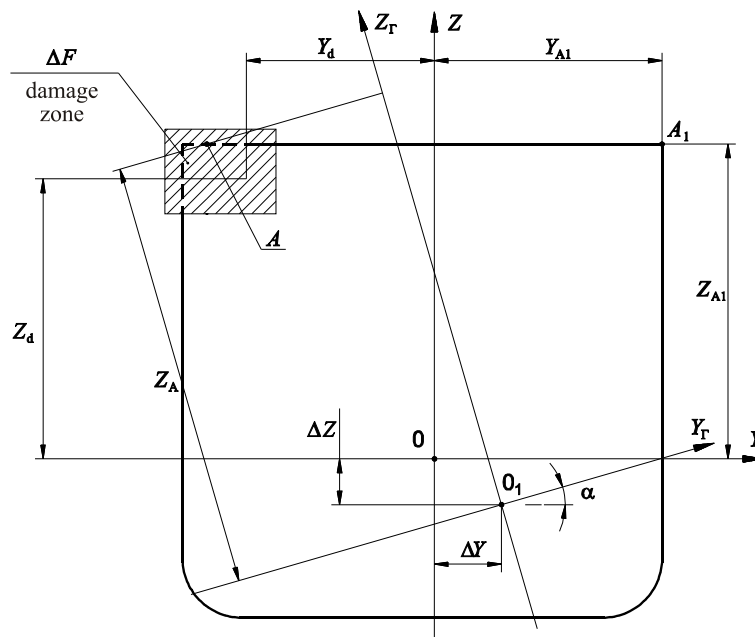


Fig. 3. Damage vessel transverse section scheme

Note. CG coordinates of missing element and most distant point (Y'_A , Z'_A) are given due to comparison axes.

2. Section CG new position

$$\Delta Z = -Z_D \Delta F / (F_0 - \Delta F), \quad \Delta Y = -Y_D \Delta F / (F_0 - \Delta F).$$

3. Inertia moments around centroidal axes that are parallel to comparison axes can be defined as follows (we assume that missing element has negligible own cross-sectional inertia moments $i_y \approx 0$ and $i_z \approx 0$)

$$I_Y'' = I_Y' - \Delta Z^2 (F_0 - \Delta F) = I_Y - \Delta F Z_D^2 \left(1 + \frac{\Delta F}{F - \Delta F_0} \right) = I_Y - \Delta F m Z_D^2;$$

$$I_Z'' = I_Z - \Delta F m Y_D^2;$$

$$I_{YZ}'' = -\Delta F m Z_D Y_D,$$

where $m = 1 + \frac{\Delta F}{F_0 - \Delta F} = \frac{F_0}{F_0 - \Delta F} = \frac{1}{1 - \Delta F / F_0}$.

4. Angle of main axes OY_r и OZ_r tilting to centroidal axes is

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2I_{YZ}''}{I_Y'' - I_Z''} = \frac{2\Delta F m Z_D Y_D}{(I_Y - I_Z) - \Delta F m (Z_D^2 - Y_D^2)}.$$

5. Main inertia moments are

$$I_{Y_r} = I_Y'' \cos^2 \alpha + I_Z'' \sin^2 \alpha - I_{YZ}'' \sin 2\alpha = \\ = (I_Y \cos^2 \alpha + I_Z \sin^2 \alpha) - Fm (Z_D^2 \cos^2 \alpha + Y_D^2 \sin^2 \alpha - Z_D Y_D \sin 2\alpha).$$

$$I_{Z_r} = I_Z'' \cos^2 \alpha + I_Y'' \sin^2 \alpha - I_{YZ}'' \sin 2\alpha = \\ = (I_Z \cos^2 \alpha + I_Y \sin^2 \alpha) - Fm (Y_D^2 \cos^2 \alpha + Z_D^2 \sin^2 \alpha - Z_D Y_D \sin 2\alpha).$$

6. Angle γ of neutral axis tilting to main centroidal horizontal axis is

$$\operatorname{tg} \gamma = -(I_{Y_r} / I_{Z_r}) \operatorname{tg} \alpha.$$

7. Coordinates of most distant from centroidal axis point A due to main centroidal axes are

$$Z_A = \cos \alpha (Z'_A - Y'_A \operatorname{tg} \alpha - (m-1)(Z_D - Y_D \operatorname{tg} \alpha)), \\ Y_A = \cos \alpha (Y'_A - Z'_A \operatorname{tg} \alpha - (m-1)(Y_D - Z_D \operatorname{tg} \alpha)).$$

For definition of such point it is necessary to look through corner points of undamaged section with initial coordinates $Y = \pm B/2$ and $Z = -KH$, or $Z = (1-K)H$, where B and H means breadth and depth of vessel's hull accordingly.

For hardly damaged hulls one or two corner points change their coordinates due to comparison axes (because of alternation of cross-sectional geometry).

Maximal normal stress acting as a result of such damage is

$$\sigma_{max} = M(x) \left(\frac{Z_A}{I_{YT}} \cos \alpha + \frac{Y_A}{I_{ZT}} \sin \alpha \right) = M(x) \frac{Z_A}{I_{YT}} \beta = K_{\Delta} \sigma_0,$$

and it exceed the initial stress σ_0 in K_{Δ} times.

$$\text{Thus } K_{\Delta} = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_0} = \frac{Z_A}{Z_{A1}} \frac{I_Y}{I_{YT}} \beta, \text{ where } \beta = \cos \alpha \left(1 + \frac{Y_A}{Z_A} \frac{I_{YT}}{I_{ZT}} \tan \alpha \right).$$

The most important part of survivability fighting for floating vessel is straightening (see fig. 4), which usually means as taking operational measures due to heeling and trim eliminating after accident.

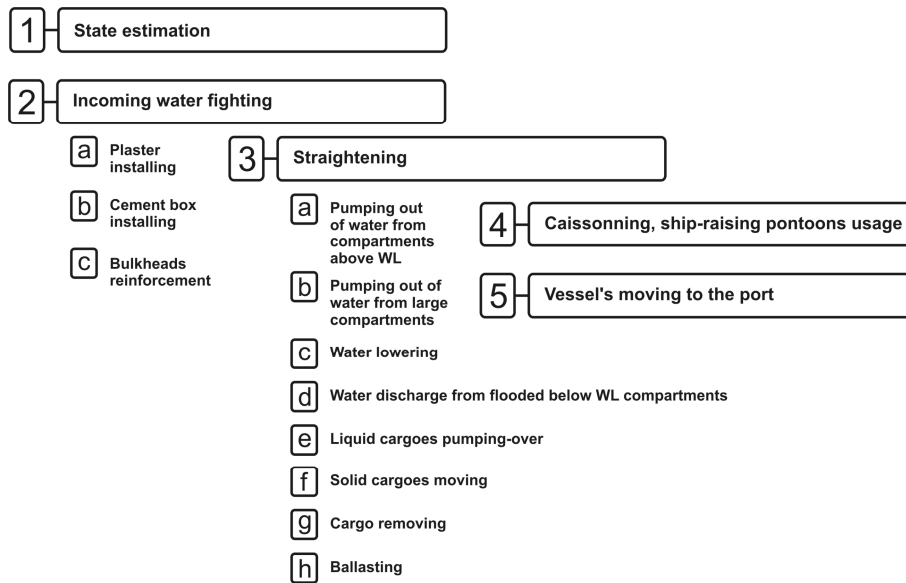


Fig. 4. Principal scheme of survivability fighting for grounding, collisions and water-tightness breaching

As an Example of successful actions of a shore emergency response service is work of operative ERS group of Marine Engineering Bureau (MEB)

on computation forecast of trim, stability and strength during rescue operation of tanker «Grigoriy Bugrov».

Motor vessel «Grigoriy Bugrov» («Volgoneft» type tanker project 1577) has dimensions $L \times B \times H = 128.6 \times 16.5 \times 5.5$ m; she is steel, single-deck, double-screw river-sea RS class tanker, with double bottom and double sides, with forecastle and poop, with trunk, with ER and pump rooms and deck-house located aft, with 8 cargo tanks.

Main watertight bulkheads are located at 27, 34, 61, 79, 97(133), 151, 169 and 196 frames.

Frame space is 400 mm at the fore end, 600 mm at the aft end and 660 mm in the cargo area.

During renovation part of vessel's hull in the region of fr. 34-169 was produced anew with alternated geometry in accordance with MARPOL requirements (double bottom height of 1100 mm in CL and of 1650 mm at inner bottom). Also 1500 mm height trunk was constructed. Section modulus of the middle part of the newly built hull had 16 % reserve comparing with RS class requirements. Hull elements' thickness in the middle part of the hull was increased in order to meet class requirements (see fig. 5).

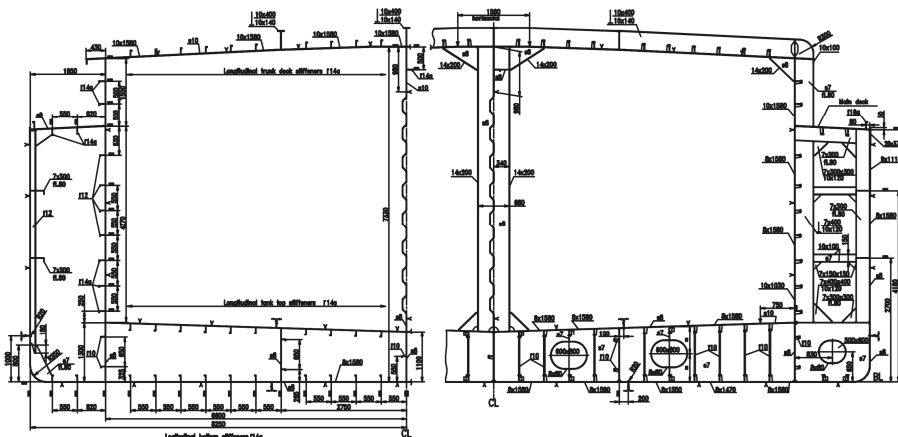


Fig. 5. Midship section of tanker «Grigoriy Bugrov»

Unlike usual «Volgoneft» type tanker «Grigoriy Bugrov» had got 4 groups (not 2 ones) of ballast tanks in the middle part of the hull. This moment facilitates vessel's position during accident.

On October 13, 2011 at 14:32 tanker having onboard 6138 tons of cargo (mazut) and stores (44 tons of diesel fuel, 1.5 tons of lub. oil, 5 tons of oily water and 30 tons of fresh water) has impacted at unknown underwater object.

After collision in short time engine room has been flooded, vessel has stopped, electrical plant has failed. Vessel's list became of 27 degrees and simultaneously there was huge trim aft.

In a result the tanker grounded by stern at the point with coordinates 44° 28'08" N, 48° 12'06" E. (northern part of Caspian Sea, 75 miles from Volga mouth and 94 miles from port of Makhachkala). The crew in amount of 11 people has been rescued by dry cargo vessel «Amur 2515».

Cargo spillage was avoided, because tanker «Grigory Bugrov» in 2005 was significantly re-equipped under project of the MEB with full replacement of a cargo zone and hull renovation for 2SS level (hull strength corresponds to 10-years old vessel). After that re-equipment vessel fully complies with requirements of MARPOL Convention.

From 18:00 of October 13, ERS of MEB started providing tanker salvage.

Numerical model of the accident situation from the trim, stability and strength was worked out till 19:00 on 13.10.11. After numerical model was improved due to new information and subsequent prompt recommendations for the emergency branch were made.

At the beginning about 2800 tons of water flowed into vessel (about 1600 tons into ER, about 1200 tons into PS ballast tanks 25, 11, 13). Later on water flowed into compartments of poop and superstructure at PS, so list increased up to 30 ° and total water amount was about 3000 tons.

Due to non-symmetrical flooding ship position was characterized by huge list (30 ° PS) and huge trim (4.5 m aft). Fore part of the vessel was afloat due to buoyancy reserve of the fore compartments and empty spaces within cargo tanks.

Stresses in the hull in such condition (without wave component) were within acceptable bounds. But situation was able to change in a cardinal way in case of storm.

The most dangerous zone was in the region of the pump room (in front of superstructure); still water bending sagging moment here was of about 59500 kNm. Bottom was tight, but it wasn't dangerous when moment was of such small value. But then hogging increased due to cargo discharge from aft tanks, so danger of hull breakage appear because this region is a weak place for «Volgoneft» vessels type.

Note. Vessel's cargo zone was newly built, but aft end of the vessel (beginning from pump room) was kept from the initial hull with transverse framing system and small thickness of hull elements.

Damage stability calculations showed real problems with dynamic stability (there was ability of vessel's overturning from waves impact).

As a result first priority tasks were defined, as follows: decrease aft draught (making vessel afloat) and list decreasing with simultaneously strength control at the area of pump room.

Main aim was to get vessel's conditions with maximal draught less than 4.2-4.3 m (for providing ability of tanker's towage to Astrakhan).

Action variants were analysed, as follows:

1. Hermetic sealing flooded compartments and their discharging:
 - poop compartments (because of big free water surface;

- ER and steering gear room compartments (because of big aft trim, huge stability and buoyancy loss and, as main, for significant hogging moment that was dangerous for hull in the area of the pump room);

- ballast tanks (11, 13 and 25) because of list.

2. Cargo discharging.

3. Combination of above two methods.

Prompt calculations were effected. They showed that it was necessary to work out variants 1 and 2 simultaneously.

After discharging cargo tank 7PS (846 tons of cargo) hogging moment in the dangerous zone increased up to 85900 kNm. It was permissible value but noticeable. Moreover there was bottom damage with unknowable sizes (at the moment of calculations work out).

After discharging tank 7 PS it was necessary to discharge tank 5 PS in order to decrease list. Thus hogging moment decreased down to 42000 kNm; list decreased significantly and dynamic stability became better.

In a result of different rescue variants modelling, ERS of Marine Engineering Bureau issued the following recommendations:

1. To discharge cargo tank 7 PS for maximal level;

2. To provide discharging cargo tank 5 PS (it was noted that during this stage list to StB should appear, and after such moment discharging tanks 5 PS and 8 StB should be done simultaneously till reaching necessary draughts and list eliminating);

3. To press water out of ballast tanks 11 and 13, then 25 and 9; then out from ballast tank 12 (later water in ballast tank 12 was discovered; evidently this tank was flooded after accident as a result of air pipes damage during storm on October, 19-21);

4. To provide hermetic sealing and discharge poop, steering gear room and ER compartments.

It was foreseen to unload cargo from tanks 6 and 8 (symmetrical ones for tanks 5 and 7) in order to eliminate list.

When stern started moving up further water discharging from ER was accomplished with cargo transfer from tanks 3 and 4 to the tanks 5 and 6. Aim of this transferring was avoiding fore trim.

During operation recommendations were corrected in connection with getting actual data on damaged compartments (e.g. ballast tank 12 flooding and breach at the forecastle) and on actual capacity equipment (the pump temporarily placed in a cargo tank 5 had the essentially greater capacity than the one in a cargo tank 7), etc.

Actual dimensions of breakages were detected later when vessel started to float up. Early vessel has «laid» on these breaches.

On October 21, at about 22:00 first breach was discovered. It was placed through the bottom shell in the shoulder region of the ballast tank 9. Its dimensions was as follows: 5.5 m length and up to 35 cm width.

Further five breaches have been detected and sealed, as follows: in area of forepeak PS, in area of a ballast tank 9, between ballast tanks 25 and 13,

between ballast tanks 13 and 11, and also on the bottom of ER. Lengths of breaches were from 4 to 8 m with breadth up to 35 cm.

In a result, salvors provided vessel afloat (in the morning on October, 22), heel and significant trim were avoided, intact stability was recovered also the hull strength was not damaged.

Till 19:45 of 23th of October all main survivability actions including masut discharge were completed. Amount 4405 cub.m. of cargo was discharged.

Thus, the tanker has suffered from bottom damages PS on a length of about 96 m (72 % from vessel's overall length) and about of 3000 tons of water flowed into vessel (28 % of summer freeboard displacement). Taking into account, that there was onboard also 6138 tons of a cargo and about 80 tons of stores, it is necessary to recognize, that vessel's condition was extremely dangerous and operation with such object was very hard (as they say, «on the verge of possible»).

On October, 20 MEB developed and approved at the Astrakhan RS branch Grounding of tanker towage (2 variants, conveyance to the port of Astrakhan or Makhachkala). Document was developed due to order of Branch of eliminating accident fall-out. Conclusion of this document included, as follows:

1. Wind-wave conditions in the region allow one-time trip in the form of towage by wire without crew with permissible 3% probability wave height of 2.5 m;

2. Damage trim and stability of the vessel during one-time trip meet RS Rules requirements for all inspected cases;

3. During one-time trip vessel's strength with account of damages meet RS Rules requirements with restriction of 3 % probability wave height of 3.5 m;

4. For one-time trip restriction for permissible 3 % probability wave height of 2.5 m is set. This will provide additional strength reserve.

Such one-time trip was successfully carried out beginning at 24.10.11 at 03:0 and completing at 25.10.11 at 17:45.

On 25.10.2011 convoy with the emergency vessel arrived to the port of Astrakhan. At 17:45 «Grigoriy Bugrov» was moored at the berth No.3 that belongs to the special enterprise CJSE «ECO+».

Conclusions. The considered example evidently shows principles and approaches of a shore Emergency Response Service in order to provide survivability fighting and computation forecast of trim, stability and strength in on-line regime, with participation of ERS experts which have computation means and are able to use them.

Result of rescue operation is as follows: crew didn't suffer, cargo spill was avoided, vessel «Grigoriy Bugrov» was rescued.

REFERENCES

1. *Egorov G.V. Automated calculation of damaged vessel straightening with help of onboard personal computer. Present-day problems of shipbuilding and ship-repairing, Transactions of OIMF. – M. V/O «Mortekhinformreklama». – P. 26-30. – 1990.*
2. *Egorov G.V. Hull's residual strength in the damage stability calculations and providing of survivability fighting. Criteria and examples // Visnyk ONMU. – Odessa: ONMU. – Vol. 19. – P. 49-63. – 2006.*

Стаття надійшла до редакції 25.11.2015

Рецензент – доктор технічних наук, професор, головний науковий співпрацівник, науковий консультант Морського інженерного бюро **В.В. Козляков**

УДК 629.5

G.V. Egorov, I.A. Ilytskyi

CONCEPT OF ARTIC CLASS SEA FERRY FOR SAKHALIN REGION

A new generation of railway-car-passenger ferry for the line Vanino-Kholmsk was developed by Marine Engineering Bureau.

In comparison with existing ferries the new Marine Engineering Bureau project provides improve cargo capacity, operation without weather restrictions and at hard ice conditions, can effect independent mooring operations (several times a day) without tug assistance, astern movement through constrained port of Kholmsk. Service speed of 18 knots and 2 hours for loading operations in each of port allow makes round voyage per day. The new concept should carry up to 150 passengers; she can carry dangerous cargoes.

Ice-going capability of the new ferry on moving ahead in ice thickness 1.48 m at speed of 3 knots, 1.04 m at 6 knots and moving astern in ice thickness 0.85 m at speed of 1.5 knots. Forward part of the hull structure are designed on higher ice category (ARC 7). It allows to provide independent operation in heavy ice conditions of port Vanino.

Keyword: car-passenger ferry, Sakhalin, CNF11CPD.

Морским Инженерным Бюро был разработан новый автомобильно-железнодорожно-пассажирский паром нового поколения для линии Ванино-Холмск.

По сравнению с существующими паромами новый концепт Морского Инженерного Бюро обеспечивает повышенные грузовые свойства, не имеет ограничений по погоде, может работать в тяжелых ледовых условиях, в состоянии выполнять самостоятельные (несколько раз в сутки) швартовки без буксирного обеспечения, длительное движение задним ходом по стесненной акватории порта Холмск, выдерживает суточный цикл кругового рейса (скорость в эксплуатации 18 узлов) и 2-х часовую стоянку при выполнении погрузочно-разгрузочных работ. Новый концепт перевозит до 150 пассажиров; может перевозить опасные грузы.

Ледопробитость нового парома на переднем ходу при скорости $V = 3$ узла составит 1,48 м, при скорости $V = 6$ узлов составит 1,04 м, на заднем ходу при скорости $V = 1,5$ узла составит 0,85 м. Кроме того, конструктивно носовая оконечность спроектирована по более высокой ледовой категории (Arc 7). Данная особенность позволяет работать парому самостоятельно в тяжелых ледовых условиях порта Ванино.

Ключевые слова: автомобильно-пассажирский паром, Сахалин, CNF11CPD.

© Egorov G.V., Ilytskyi I.A., 2015

Морським Інженерним Бюро був розроблений новий автомобільно-залізнично-пасажирський пором нового покоління для лінії Ваніно-Холмськ.

У порівнянні з існуючими поромами новий концепт Морського Інженерного Бюро забезпечує підвищені вантажні властивості, не має обмежень по погоді, може працювати у важких льодових умовах, в стані виконувати самостійні (кілька раз на добу) швартування без буксирного забезпечення, тривалий рух заднім ходом по стиснутій акваторії порту Холмск, витримує добовий цикл кругового рейсу (швидкість в експлуатації 18 вузлів) і 2-х годинну стоянку при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт. Новий концепт перевозить до 150 пасажирів; може перевозити небезпечні вантажі.

Льодопрохідність нового порома на передньому ході при швидкості $V = 3$ вузла складе 1,48 м, при швидкості $V = 6$ вузлів складе 1,04 м, на задньому ході при швидкості $V = 1,5$ вузла складе 0,85 м. Крім того, конструктивно носовий край спроектований по більш високій льодовій категорії (Arc 7). Дана особливість дозволяє працювати порому самостійно у важких льодових умовах порту Ваніно.

Ключові слова: *автомобільно-пасажирський пором, Сахалін, CNF11CPD.*

Problem statement. The ferry line «Vanino-Kholmsk» a sea railway passenger-and-freight 140 sea miles ferry line in Tatar strait which connects Sakhalin island with a continental part, providing more than 75 % of all freight traffic and about 25 % of passenger transportations. Normal functioning all branches of economy of Sakhalin and supply of its population depends on stability of this ferry communication.

Existing railway ferries «Sakhalin» type for a ferry line «Vanino-Kholmsk» design and built during the period from 1972 till 1992 on Russian Register class of 1st Restricted navigation area. In total 10 ferries had been built.

Now in operation only 4 ferries: «Sakhalin-7», «Sakhalin-8», «Sakhalin-9» and «Sakhalin-10».

Insufficient ice-going capability and reduction in operational parameters of existent «Sakhalin» type ferries in connection with physical deterioration of the hull and the ship equipment have led to that time of voyage has increased from 8 up to 14-18 hours.

The main feature of functioning of «Vanino-Kholmsk» ferry line is seasonal independent operation in heavy ice conditions – 3-4 months in a year on a short part of route (in area of port Vanino) there is heavy ice conditions. Significant idle times of the ferry waiting icebreaking assistance, or its high cost in case of individual assistance, lead to necessity of independent movement of the ferry in heavy ice conditions that imposes corresponding requirements on an ice class of a vessel. Besides existing vessels basically are

focused on transportation of railway cars (there is only one cargo deck), and today the basic freight traffic falls at road trains.

The aim of the paper is to describe and ground features of new generation arctic ferry for Sakhalin island.

Main text. As shows the analysis of conditions of operation, during winter-spring navigation perspective ferry should move ahead with a speed about 6-8 knots in level ice of 0.80 m thickness and with a speed about 3 knots in level ice of 1.0 m thickness. Thus speed of ferry on a clean water should make not less than 18 knots. New ferries in the greater degree should have increased railway car capacity and passengers capacity taking into account rising demand on vehicles (cars, road trains, roll-trailers) transportations. Thus restrictions by port of Kholmsk conditions do not allow to increase essentially length and draught of a vessel. New ferries should operate with use of existing old ferry moorings terminals, and, any time, in parallel with existent ferries «Sakhalin» type, gradually them superseding. Hence, the method of loading and arrangements of railways cars on board (four railway tracks on width), width of the ferry, system of connection with the shore bridge remains as existent. Comparison of characteristics of existent ferries «Sakhalin» type (project 1809) with new Marine Engineering Bureau generation ferry CNF11CPD project are given in the table 1.

Table 1

Comparison of characteristics of existent ferries «Sakhalin» type (project 1809) with new generation ferry CNF11CPD project

Name of characteristics	«Sakhalin» project 1809	Project CNF11CPD
Length overall, m	127.30	131.00
Breadth overall, m	20.32	22.60
Breadth, m	19.80	22.20
Depth to MD, m	8.80	10.10
Depth to UD, m	14.70	16.15
Draught, m	6.00-6.60	6.00-7.00
ME power, kW	6x1910	4x4640
Speed, knots	16.0	18.0
Area of navigation by seaworthiness	Restricted R1	Non restricted
Ice-going capability	Not fixed	Not less than 3.0 knots in level ice 1.0 m thickness and 6-8 knots in level ice 0.8 m thickness
Railway trucks length, m	420	440
Line meters, m	394	1036
Number of passengers (in cabin), pers.	82	100
Number of passengers (seats), pers.	38	50

Besides transportations of automobiles and trailers shippers have one more kind of a cargo potentially new for this ferry line: containers and roll-trailers with heavy technical equipment. Therefore on the new ferry at preservation of function of transportation of railway cars (extent of railway trucks length to 440 m from 420 m on existing ferry) increase in 2.6 times vehicle capacity (1036 line m from 394 m on existing). As result it is possible to place on the new ferry 48 trucks with semitrailers (road trains) 12-13.5 m in length and in addition 28 private cars.

General views of 3D model of new ferry CNF11CPD project are given on the fig. 1.



Fig. 1 General views of 3D model of new Marine Engineering Bureau ferry CNF11CPD project

General arrangement of new ferry CNF11CPD project on the fig. 2.

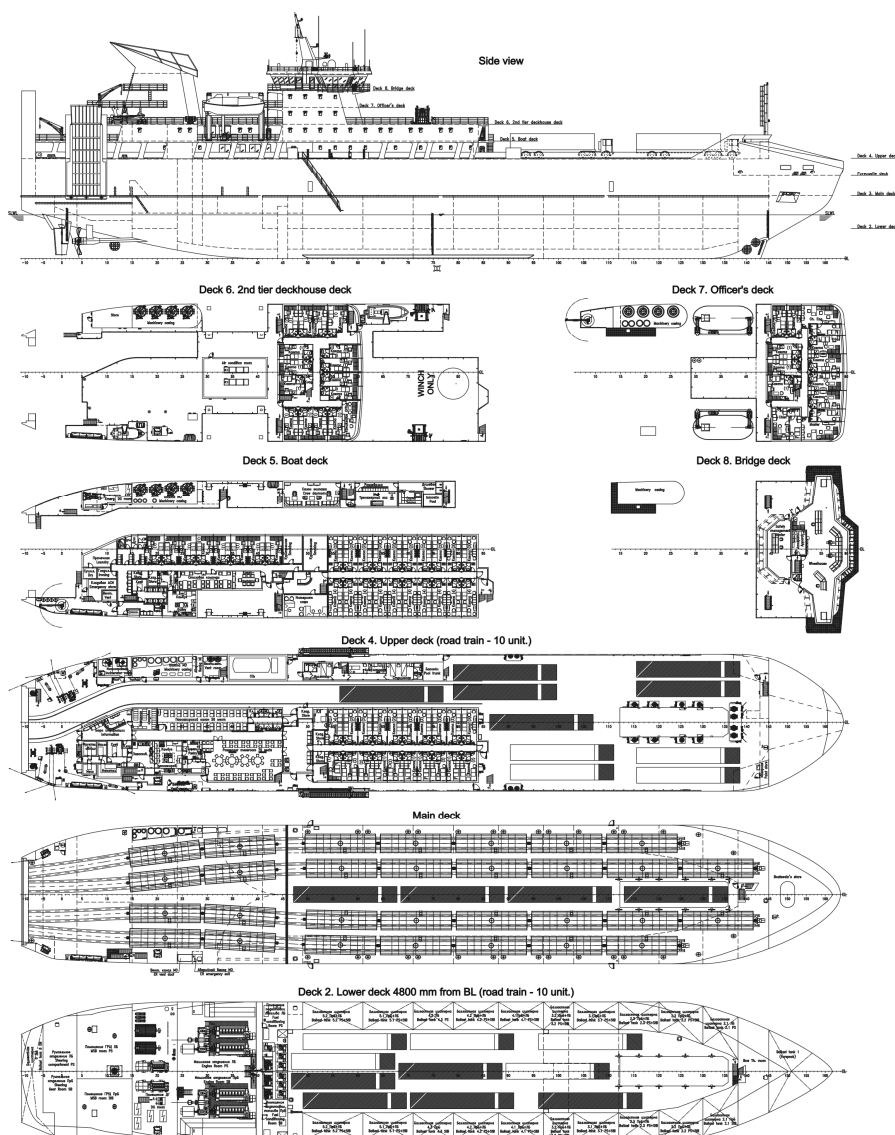


Fig. 2. General arrangement of new Marine Engineering Bureau ferry CNF11CPD project

There are 150 passenger's places on new ferry (cargo-passenger variant). 5 from them in in the improved single cabins; 42 – in double cabins; 9 – in three-berth cabins; 44 – in four-berth cabins and 50 – in armchairs of seating saloon are placed. All cabins have wet-units with lavatory and douche.

For maintenance of round voyage during one day and observance of the constant schedule limited time of port standing is required, i.e. full cargo and passenger load operation of a vessel should be carried out within 2 hours. Aft ro-ro loading method is applied for this purpose on a vessel by means of

shore railway bridge, and also there is an opportunity of loading of upper deck by the shore stationary upper level auto bridge. Side ramp for a loading / unloading of various vehicles on the main deck is provided for a case of voyage to other ports.

Hull form. Operating conditions: approximately 80-90 % of running time, i.e. state a major problem of an optimum variant of hull form. The hull should have form of a high-speed vessel and simultaneously provide seasonal independent operation in heavy ice (3-4 months in a year, on a small extent of transition). I.e. the form of the hull should provide both high icebreaking, and high speed performance of a vessel.

These requirements are answered with two alternative decisions under the form of the case:

- optimized icebreaking;
- double Action Ship (DAS).

Optimized icebreaking hull form. The first variant has bow with icebreaking type stem and transom aft extremity with the skeg-stabilizer in CL.

Lines drawings (Frames view) of the first variant with icebreaking type stem is given on the fig. 3, 3D model of hull on the fig. 4.

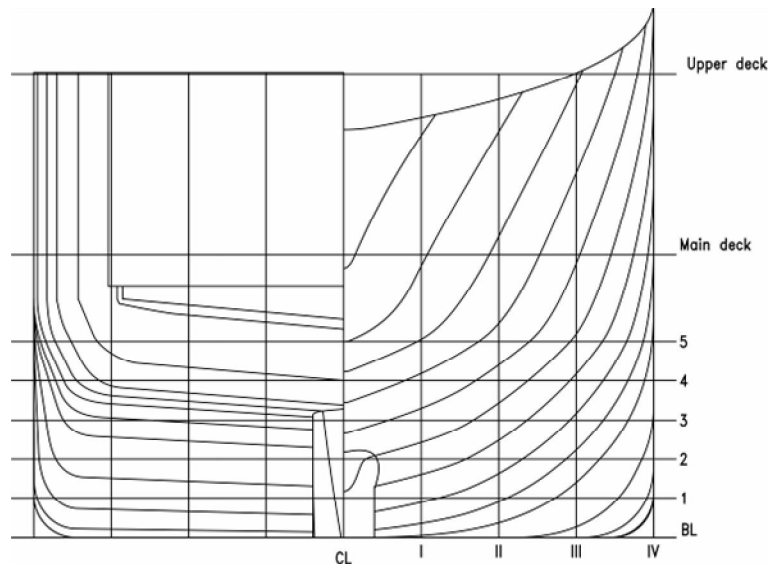


Fig. 3. Lines drawings (Frames view) of the variant with icebreaking type stem

DAS hull form. The DAS hull form proposed by Aker Arctic company (AARC) connects icebreaking forms and forms of a high-speed vessel. Forward part is carried out as at a high-speed vessel with bulbous bow, the aft part is carried out as an icebreaking vessel. Movement in heavy ice is carried out astern.

Lines drawings (Frames view) of the DAS variant is given on the fig. 5.

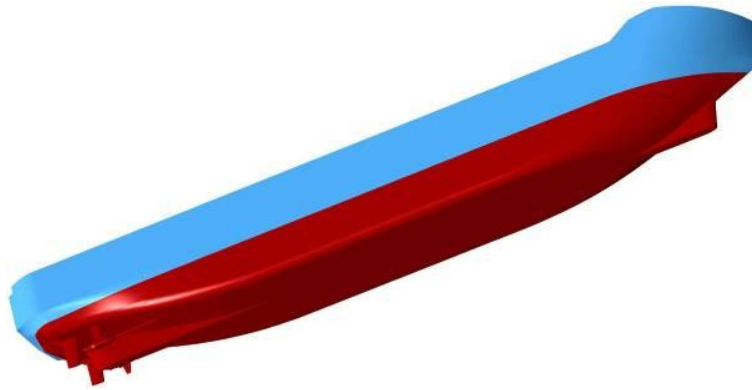


Fig. 4. 3D model of hull of the variant with icebreaking type stem

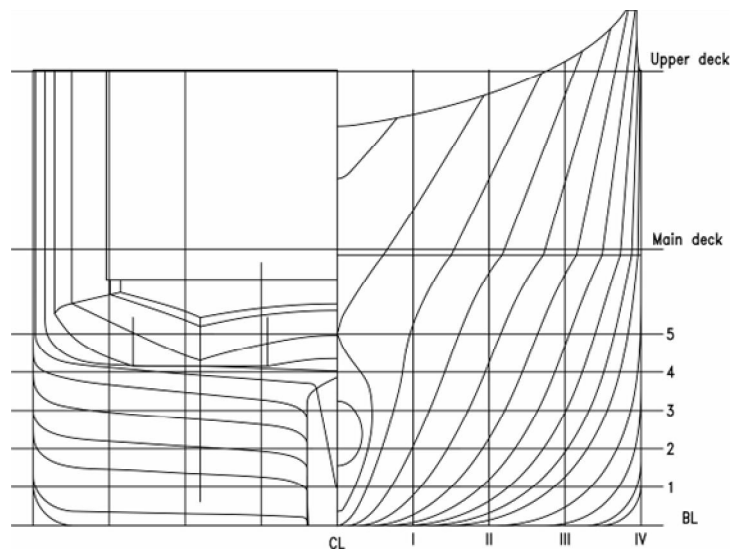


Fig. 5. Lines drawings (Frames view) of the DAS variant

Model tests. CFD modeling. Numerical modelling towing tests analytical 3D models of hull with the help of computing hydrodynamics has been made at the first stage with the purpose of preliminary definition of hull performance in the set range of speeds [4].

Ice tanks tests. Tests in the ice tank of the Krylov State Research Centre. For check of ice-going capability of hull forms have been made modelling Tests in the ice tank of the Krylov State Research Centre [1].

The method of towage of model has been used for definition of ice resistance of the hull on ahead moving.

Propellers are installed on model for tests by definition of ice resistance at astern movement of model. At performance of astern towage in ice fields propellers were resulted in rotation. Speed of propeller's rotation made 12.8 revolutions in a second. On a natural vessel presence of rotating propellers leads to formation of a jet and washout of an ice shirt on the vessel hull. Rotating propellers on model provided modelling of this effect.

Ratio between modelled parameters and a full-size vessel are given in the table 2.

Table 2

Ratio between modelled parameters and a full-size vessel

Name of characteristics	Model	Ship
Ice thickness, m	0.038	0.8
	0.057	1.2
Ice flexural strength, kPa	23.5	500
Speed of towing:	0.3	2.69
Model, m/s	0.2	1.79
Ship, knots	0.1	0.9

By results of data processing the carried out experiment, limiting Ice going capability of the ferry at moving ahead made 1.16 m at speed $V = 3$ knots and 0.84 m at speed $V = 6$ knots.

Ice going capability of the ferry at moving ahead are given on the fig. 6.

By results of data processing the carried out experiment, limiting Ice going capability of the ferry at moving astern made 0.67 m at speed $V = 1.5$ knots.

Ice going capability of the ferry at moving ahead are given on the fig. 7.

Tests in the ice tank of the AARC. Model of the DAS variant of hull form tested in AARC ice tank [2].

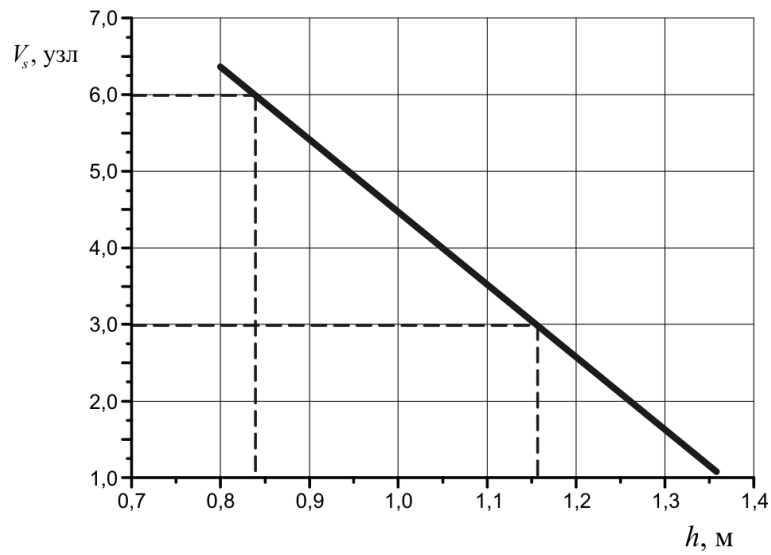
The model of the vessel was built to scale 1:22.46 by AARC. It was equipped with two pulling type azimuthing thrusters with stock propellers.

The surface of the model was treated with the special AARC standard method to reach the correct friction between ice and the model, corresponding to a newly painted ship hull and sea ice.

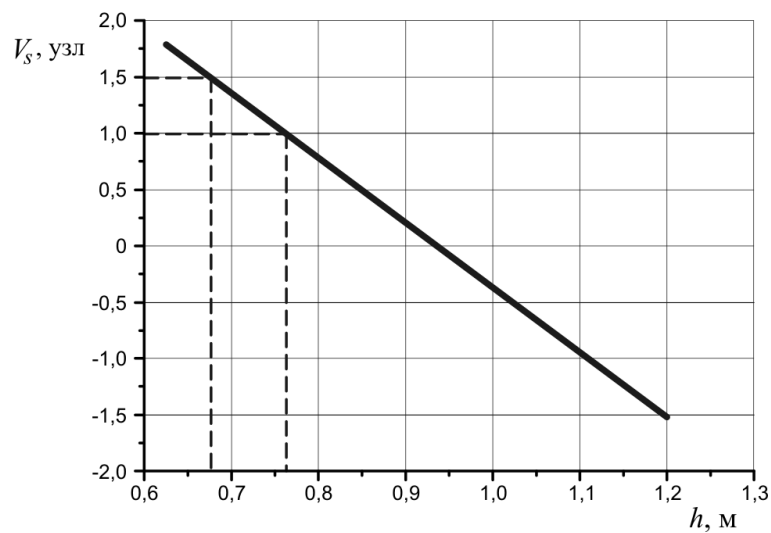
The model performance was tested in both ice thicknesses ahead and astern.

The tests were conducted as self-propulsion tests and the results of the tests are the speeds the vessel can achieve in the tested ice conditions.

The tests were conducted in level ice, in ice rubble channel and in ice ridges. The test series in ice fields level ice thickness corresponded full-scale thickness of 0.8 m and 1.0 m.



*Fig. 6. Ice going capability of the ferry
(variant with icebreaking type of stem) at moving ahead*



*Fig. 7. Ice going capability of the ferry
(variant with icebreaking type of stem) at moving astern*

Performance in channel was tested to vessel's own channel in level ice by filling the open channel with brash ice.

The channel brash thickness varied between 1.1 m and 1.7 m.

Ice resistance in level/brash ice astern/ahead and the net thrust curve present on fig. 8-10.

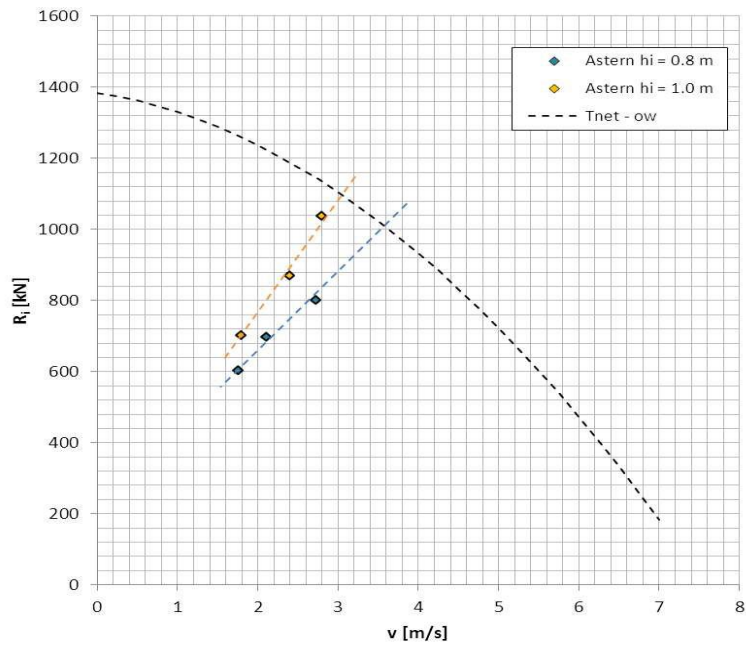


Fig. 8. Ice resistance in level ice astern and the net thrust curve

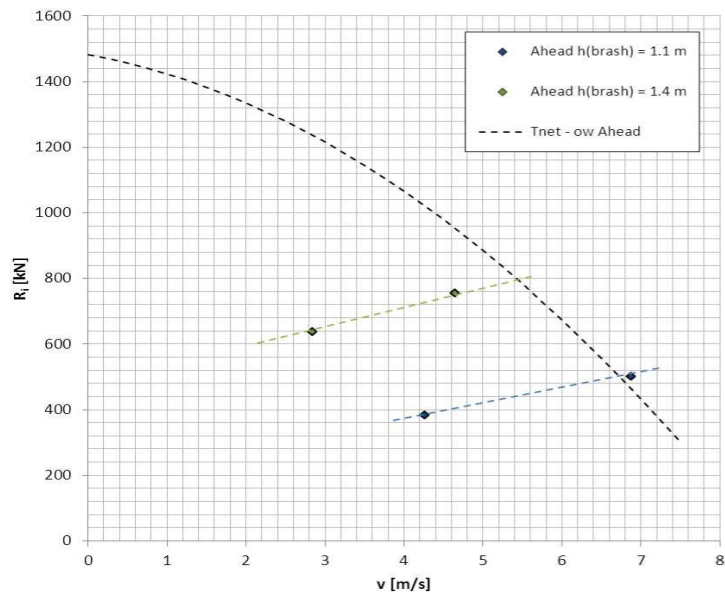


Fig. 9. Ice resistance in brash ice channel ahead and the net thrust curve

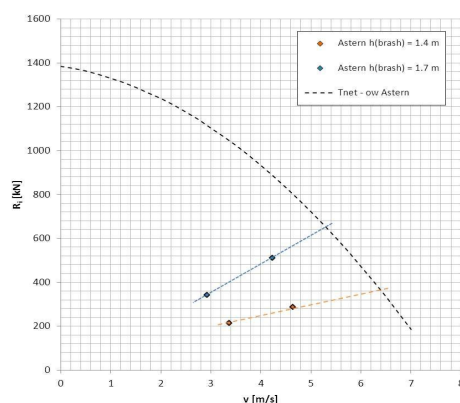


Fig. 10. Ice resistance in brush ice channel astern and the net thrust curve

Seaworthiness model tests. For check of seaworthiness capability of hull forms have been made self-propelled modelling tests in the test tank of the Krylov State Research Centre [3].

Results of calculations of performance and trusts characteristics executed on the basis of the carried out modelling tests are given on fig. 11.

Experimental researches of seaworthiness of the ferry were made for a condition of irregular waves by force of 5 number on the Beaufort scale ($H_{3\%} = 3.5$ m).

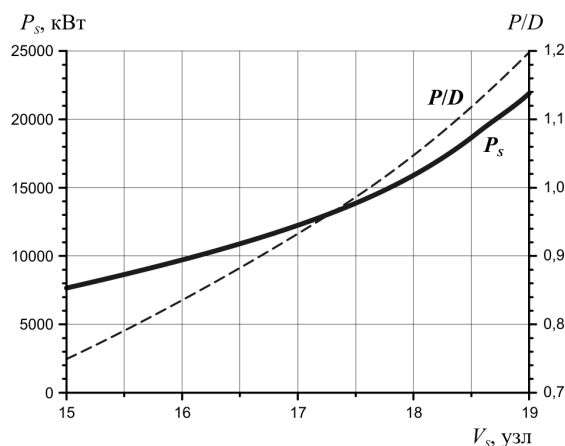


Fig. 11. Relations of required power P_s and required propeller's pitch P/D and speed V_s . Ahead

Amplitudes of rolling with 3 % probability do not surpass the following values: pitch – 1.3° , heaving – 0.4 m.

Flooding of the ferry it was observed only at speed of 19 knots. Average frequency of flooding of bow extremity of the ferry does not exceed 20 times per hour.

Maneuverability of the ferry. Negative feature of Kholmsk Commercial Seaport (Sakhalin island) in the hydrometeorological attitude are harbor seiche on internal water area which are observed within all year. Storm waves and swell moved to coast, do not collapse completely, and are simply reflected from abrupt shore. In the entrance of port occur standing waves of the double height complicating ship to enter the port. Thus, in addition appear currents along shore which quickly turn slowly going vessels at the entrance of port even in rather calm weather.

Existing ferries of «Sakhalin» type have only FIXED pitch propellers ONE aft and ONE bow and full absence of transverse thrusters (the typical decision for the end of 60th years of the last century when the existing ferry was designed).

Thereof usual practice became forced entrance of ferries in the port astern on raised speeds that raises probability of collisions, creates additional wave formation and contradicts the generally recognized conceptions about safety of navigation in ports.

3 tunnel transverse thrusters (2 bow and 1 aft) with power of 500 kW of each thruster are provided on the new ferry for maintenance of independent mooring and long movement astern on the constrained water area of ports Vanino and Kholmsk, pass of the entrance of Commercial port of Kholmsk.

New ferry for maintenance of controllability moving does not need dangerous entrance in port on high speeds. The ferry goes in port astern on speeds of less than 3 knots at which reduction in transverse thrusters efficiency is not observed.

Choice of type and main engine power of the new ferry. Under requirements of the Customer the new ferry should have operational speed of 18 knots on free of ice water and have high parameters of ice-going capability (speed of 3 knots in level ice thickness of 1.0 m and 6-8 knots in level ice thickness of 0.8 m). Determining capacity of power installation in this case there were requirements of maintenance of ship's speed on free of ice water and in ice thickness of 0.8 m (see fig. 12).

By results of the calculations, confirmed with modelling tests, at norm of 85 % loading of diesel engines required power of ship's main engine plant has made 17.9 MW.

Twin-screw (with controllable pitch propellers) diesel-reduction main engine plant is chosen for a variant of the ferry with icebreaking stem type. Main engine plant will consist of 4 main diesel engines (two pairs). Each of main engines in pair works on common reduction gear that allows to ensure the functioning diesel engines in an optimum mode: on economic speed of 12 knots (work on 1 diesel engine in each pair), on full – 18 knots work all 4 diesel engines.

Application of ruder-propellers (RP) Azipod type for variant of DAS has determined a choice of diesel-electric main engine power plant.

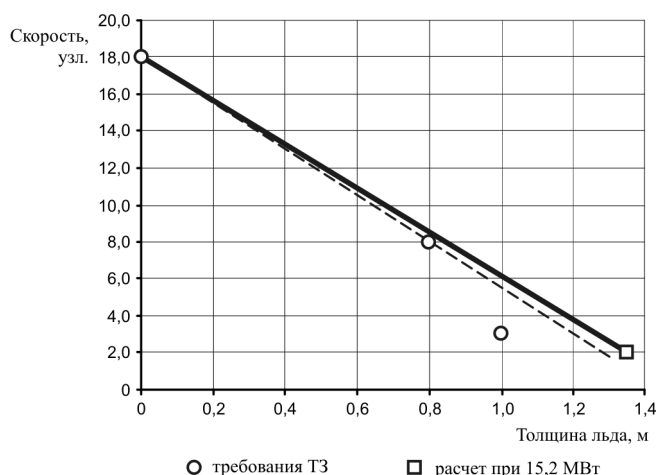


Fig. 12. Relations of speed and ice-going capability at propulsion power of 15.2 MW

Conclusions. Feature of ferry line «Vanino-Kholmск» is the significant component of running time – approximately about 20 hours per day. Therefore essential influence on profitability of ferry operation as a whole is rendered «high-speed» characteristics of hull form and propulsion complex efficiency. Speed of new Marine Engineering Bureau ferry CNF11CPD project makes 18 knots at 85 % of maximum power of engines (existing ferry have speed about 16 knots). Each of two propellers drives by two main engines through common reduction gear. This well-known (for the European ferries) decision allows to hold economic speed in 12 knots, on full – 18 knots on ferry of CNF11CPD project.

Hull form have been developed with the help of computer modelling and checked up by modelling tests in the test tank of the Krylov State Research Centre and Aker Arctic.

As a result of modelling tests seaworthiness capability of the new ferry are confirmed also. Flooding of the ferry forward part it was observed only at speed of 19 knots. Some decrease in speed to 15-17 knots may be necessary only in a case of deck cargo in forward part.

Characteristics of performance of the railway-car ferry of CNF11CPD project in ice conditions are received as a result of the carried out researches: by results of tests in ice tanks the ice-going capability on moving ahead at speed $V = 3$ knots will make 1.48 m, at speed $V = 6$ knots will make 1.04 m, on moving astern at speed $V = 1.5$ knots will make 0.85 m. More over forward part of the hull structure are designed on higher ice category (Arc7). In aggregate with ice-going capability at a level of ice breaker class (Icebreaker6 according to Russian Register classification) it allows to provide (in contrast to existing ferries) independent operation of the new ferry in heavy ice conditions on a short site of transition (approximately up to 30 miles in area of port

Vanino). In turn it will allow to avoid significant idle times of the ferry of waiting common icebreaking assistance, or superfluous charges in case of individual assistance.

Two ferries of CNF11CPD project are going to be built in near future instead of existing railway ferries of «Sakhalin» type.

REFERENCES

1. *Model tests of railway-car ferries on free water and in ice conditions, Krylov State Research Centre. Scientific-technical report. Volume 47189, (2013).*
2. *Model Test in Ice of a double-acting Ferry, AARC Report A-487, (2013).*
3. *Research of railway-car ferries seaworthiness, Krylov State Research Centre. Scientific-technical report. Volume 47198, (2013).*
4. *Sea Ferry Performance Study, Digital Marine Technology Technical report DMT-13-003, (2013).*

Стаття надійшла до редакції 20.11.2016

Рецензент – доктор технічних наук, професор, головний науковий співпрацівник, науковий консультант Морського інженерного бюро **В.В. Козляков**

УДК 629.5

G.V. Egorov, A.G. Egorov

**EFFECTIVE TECHNICAL SOLUTIONS
FOR FAR EAST SHALLOW-WATER BASINS**

Особенностью восточных бассейнов является то, что максимальные размеры судна и состава определяют не шлюзы, а условия управляемости (радиусы поворотов, ширина судового хода). Плюс общая «беда» внутренних водных путей – недостаточные глубины.

Проведенный анализ существующего флота речных пароходств восточных бассейнов позволяет сделать вывод, что в ближайшие 5-10 лет эти суда необходимо будет списать в силу фактического возраста, морального старения, износа машин, механизмов, а также, в некоторых случаях, корпуса.

В результате исследований, выполненных Морским Инженерным Бюро, были разработаны технические проекты мелкосидящих барже-буксирных составов с ограниченной осадкой в нефтеналивном (самоходный танкер-толкач проекта RT63 плюс нефтеналивная баржа проекта ROB21) и сухогрузном исполнениях (самоходное сухогрузное судно-толкач проекта RD63 плюс сухогрузная баржа проекта RDB21), а также в комбинированном варианте (самоходное нефтеналивное-сухогрузное судно-толкач проекта RT63A плюс нефтеналивная-сухогрузная баржа проекта ROB21A).

Ключевые слова: *барже-буксирный состав, недостаточные глубины, нефтеналивное судно-толкач, сухогрузное судно-толкач, баржа.*

Особливістю східних басейнів є те, що максимальні розмірення судна й состава визначаються не шлюзами, а умовами керованості (радіуси поворотів, ширина судового ходу). Плюс загальна «біда» внутрішніх водних шляхів – недостатні глибини.

Проведений аналіз існуючого флоту річкових пароплавств східних басейнів дозволяє зробити висновок, що в найближчі 5-10 років ці судна необхідно буде списати в силу фактичного віку, морального старіння, зношування машин, механізмів, а також, у деяких випадках, корпуса.

У результаті досліджень, виконаних Морським Інженерним Бюро, були розроблені технічні проекти мілкосидячих барже-буксирних составів з обмеженою осадкою у нафтоналивному (самохідний танкер-штовхач проекту RT63 плюс нафтоналивна баржа проекту ROB21) і суховантажному виконаннях (самохідне суховантажне судно-штовхач проекту RD63 плюс суховантажна баржа проекту RDB21), а також у комбінованому варіанті (самохідне нафтоналивне-суховантажне судно-штовхач проекту RT63A плюс нафтоналивна-суховантажна баржа проекту ROB21A).

© Egorov G.V., Egorov A. G., 2015

Ключові слова: барже-буксирний состав, недостатні глибини, нафтоналивне судно-штовхач, суховантажне судно-штовхач, баржа.

The feature of Far East basins is that the maximal vessel's and tug-barge combination's (TBC's) dimensions are defined with controllability conditions (turning radiuses, navigable pass width). Plus common «problem» of internal waterways is insufficient depths.

The carried-out analysis of existing fleet of Eastern river shipping companies allows to draw a conclusion that in the next 5-10 years these vessels will be scrapped due to actual age, moral aging, machines and mechanisms wear and also, in some cases, due to hull wear.

As the result of Marine Engineering Bureau researches technical projects of shallow-draught TBCs with limited draught in oil-tanker variant (self-propelled tanker-pusher of RT63 project plus tanker barge of ROB21 project) and dry-cargo variant (self-propelled dry-cargo-pusher of RD63 project plus dry-cargo barge of RDB21 project), and also in combined variant (self-propelled tanker-dry-cargo-pusher of RT63A project plus tanker-dry-cargo barge of ROB21A project) were developed.

Keyword: tug-barge combination, insufficient depths, tanker-pusher, dry-cargo-pusher, barge.

Problem statement. People say that new is well forgotten old. Problems of low-water and small depths at Eastern basins, especially in Sakha (Yakutia) are known not since year before last. Native engineers who created Lena River fleet in the second half of the XX century, widely applied tag-barge trains, composite vessels, special hull's shapes for shallow water, paddle wheels, combined dry-cargo/tanker vessels and a lot of other technical solutions, many of which are considered as innovations now. Today there is ability to use modern economic and ecological safe machines and mechanisms, comfort and habitability ideas have improved, vessels themselves became automated and more reliable. But it does not mean that it is impossible to use those basic ideas which inspired our predecessors, especially as operating conditions have not changed and the similar problems are solved.

One of decisions which allow working effectively in the conditions of shallow water is creation of composite vessels (i.e. cargo vessels with attached barges).

The aim of the paper is description of such new projects for Far East basins.

Main text. In the Lena Shipping Company operation of the first composite vessel (272a prj.) was begun in 1963. On the Volga River the composite vessel started working in 1964; she consisted of 576 prj. m/v «Ovruch» and attached barge. In 1966 on the Volga River the first-ever section motor ship with 10 thousand tons cargo capacity was accepted into operation. This vessel was designed under the leadership of V.V. Bogdanov on the basis of the 1566 prj. «Volga-Don» type vessel and corresponding attached barge. In

1973 on the Dnepr River 93 % of self-propelled vessels have already worked with the attached barges.

What does determine now and determined earlier the interest to the composite vessels? As it was repeatedly described in our publications, the matter is that the bigger vessel loading in specific way conditions means the bigger efficiency of this vessel. In fact, «Max» concepts [4] give the greatest profit to the future shipowner, and not only for oil products or grain transit, but also for passenger transportation. Feature of Eastern basins is that the maximum sizes of the vessel or composite ones are defined not by locks, but by manoeuvrability conditions (radiuses of turns, fairway width). Additionally general «trouble» of the inland waterways must be noted, i.e. insufficient depths.

But fully use maximum dimensions that way conditions allow for the single hull (length as a rule) is possible not always. Imagine non-composite river vessel of about 180-240 m length with draught, for example, 1.40-2.35 m (and 3.60 m too). It is clear that general strength of such hull won't be provided. Actually this reason was the main for appearance of composite vessels (strength of the parts of smaller length can be provided easier).

Besides, at the non-regulated rivers way conditions are function of season and weather. Not always it is possible to realize the maximum dimensions, but the ability is kept. When there is «high» water composite vessels can sail in design view. In other situations, for example, on the «side» rivers, composite vessel will be divided into parts, then the self-propelled vessel will work independently; the attached barge also will work independently in coupling with tug-pusher.

Composite vessel can partially realize the «rotator» scheme, leaving barge in the port of call and taking there taking another barge. The non-self-propelled barge can be used for some time as floating storage, etc.

In many cases, seaworthiness and corresponding main engines capacity foresaw for concept of self-propelled vessel become excess for specific river part of the route, particularly vessels' speed is restricted at the considerable part of inland waterways (engines' capacity is defined in order to provide safe work at sea or lakes, including storm reserve or is defined accounting the biggest current's speed). Attached barge availability on certain route's parts allows using this excess of engines' capacity (even with decreasing of whole composite vessel speed). It is clear that for such work in composite condition, the increased crew productivity is required because number of crewmembers of self-propelled vessel will be identical for working with barge or without her.

Thus, the composite vessel allows improving usage of inland waterways' bandwidth especially at Siberian Rivers.

Is possible to recommend providing some all-design decisions, namely e.g. optimum assignment of class for the sailing region that will allow to minimize light weight; the greatest possible block coefficient due to actual operating conditions, that will allow to increase the loading capacity of composite vessel; universality, i.e. barge must to has to be able to work with

the existing river pusher-tugs (there is a lot of). It is desirable to provide economy of running time due to passing all the route without composite vessel rearrangement, accepting all available composite vessel's dimensions in accordance with navigation rules and keeping manoeuvrability due to way conditions of the river basin appointed by the requirements specification.

Carried our analyze of the existing fleet of the river shipping companies of eastern basins allows to conclude that it will be necessary to discard all these vessels during the nearest 5-10 years due to actual age, moral obsoleting, wearing of machines and mechanisms, and due to hull wearing in some cases. The mostly representative is tanker fleet, at which the biggest part of the vessels are of single hull type [3; 6; 7].

For example, OJSE Lena United River Shipping Company (LORP) operates in general single-hull tankers now (see table 1).

Table 1

Tanker fleet of LORP

№	Project	RRR class	Cargo capacity, tons	Number of vessels / hull's construction
Self-propelled vessels				
1	P-77 («LenaNeft»)	«M-PR»	2150	16 / single-hull
2	621 («LenaNeft»)	«M-SP»	2100	7 / double sides and bottom
3	1577 («VolgoNeft»)	«O»	4 800	1 / double sides and bottom
4	1754 BM («TO-1500»)	«O-PR»	1 500	1 / double sides and bottom
5	1754 B («TO-1500»)	«O»	1 500	8 / single-hull
6	CK-2000KN/KMN (modernized «CK-2000»)	«R»	920	7 / cargo tanks on deck
7	TO-600 (modernized 414V)	«R»	600	1 / double sides and bottom
8	414V («SPN»)	«R»	600	7 / single-hull
Non-self-propelled vessels				
9	81631	«R»	1 900	4 / cargo tanks on deck
10	KN-16801	«M»	2 300	1 / cargo tanks on deck
11	NM-16801	«M-PR»	2 200	1 / cargo tanks on deck
12	NM-16801	«M»	2 200	2 / cargo tanks on deck
13	16802	«M-SP»	2 380	2 / cargo tanks on deck
14	16800NPB	«R»	2 770	1 / cargo tanks on deck
15	16800N	«O»	2 600	7 / cargo tanks on deck
16	16800N	«R»	2 600	1 / cargo tanks on deck
17	16800N 1	«O»	2 848	1 / cargo tanks on deck
18	BN-2000	«R»	2 000	1 / double sides and bottom

Source: OAO «LORP»

If amendments to the «Technical Regulation Concerning Safety of Inland Water Transport Objects» are adopted, from 01.01.2018 LORP will not be able to carry out transportation of «light» oils, but this cargo is a basis of «northern» delivery. List of the company's vessel that will not have permission to transport «light» oil is as follows: 16 Lenaneft type tankers (P-77 prj.), 8 «TO-1500» tankers (1745B prj.), 7 SPN type tankers (414B prj.); total their cargo capacity is 50600 tons. Other Lena's region carrier RLE «Alexeev Repairing Fleet Base» owns 36 single-hull 1745B tankers.

Why it is important? Because only in the territory of the Republic of Sakha (Yakutia) which area makes 18 % of the total area of the Russian Federation, live about 1 million people. More than one and a half thousand fields and over 5 thousand manifestations of different types of mineral raw materials are reconnoitered. Estimation of the minerals reserves potential is 5.5 trillion US dollars, Yakutia is included in the first five of the RF subjects by the capacity of gross regional revenue. Thus more than 80 % of all necessary material resources are brought from afar [2].

For more than 85 % of the Republic of Sakha (Yakutia), the only transport route is a seasonal waterway of Lena basin rivers from the port Osetrovo to the Laptev Sea.

Extension of inland waterways of the Republic is 20 thousand km. Lena River and other navigable Yakutia rivers are meridional extension of main-line railways. Main cargo flow at Lena River is down-stream, so inland vessels are highly important for this cargo flow.

Over 70 % of oil products are delivered to the Republic of Sakha (Yakutia) by shipping companies from the port of Osetrovo and is carried down-stream to the primary consumers on the main line (at Lensk, Zhatay, Peleduy, Olekminsk) where reserves are created with accordance to Arctic delivery providing. These reserves are attended also for the case of sharp change of the waterway dimensions of Upper Lena in the summer period, at the beginning of vessels' entering into Lena's estuary (the third decade of July) and the beginning of the Arctic cargo delivery.

The maximal delivery of oil products is provided to the settlements of the Vitim, Aldan, Vilyuy Rivers and river's tributaries from the beginning of navigation, using short-term favourable navigational conditions (due to water depth).

Starting from the second half of July, tanker fleet's loading and forwarding towards Arctic settlements are provided. Simultaneously tanker tug-barge trains are used; they are conveyed to the port of Tiksi.

As a rule, the oil products delivery scheme is as follows [1]:

1. Oil products are delivered generally to the Tiksi port in bulk by the 1754B tankers (in accordance with tankers' sailing region «O») and by the composite vessel.

2. Products are delivered from the port of Tiksi to the port of Nizhneyansk (Yana River) by river-sea vessels; further delivery to the river's settlements is carried out by 414B prj. (СПН type) tankers. Delivery from port of Tiksi to the estuary sandbar of the Indigirka is carried out by river-sea tankers and further by the 414V tankers.

Capacity of the cargo transported by all shipping companies of the Lena Basin has grown last years comparing with 2006-2008 (5-5.5 million tons versus 4 million tons).

In general, the main cargo flow in the Lena Basin occupies branch Osetrovo-Lensk; further it decreases about twice in the region of Yakutsk.

Nomenclature of «north delivery» is as follows:

1. Liquid cargoes include diesel oil, kerosene, gas condensate (as fuel oil), crude oil, gasoline and methanol. As a rule these cargoes are «light» with s.g. less than 0.90; their flash point is about 60 °C.

2. Dry cargoes include black coal, round timber, lumber, building materials, containers, machinery, equipment, pipes. As a rule these cargoes are that are able to be transported on platform vessels.

Capacity of transported oil cargoes was 764.0 t for the 2013 navigation.

Main dry cargoes at Lana basin by the 2012 data are, as follows: building materials (1.64 million tons, or 35 % of all dry cargoes); coal and coke (1.01 million tons, or 21.6 %); timber (0.185 million tons, or 4.0 %). Total dry cargoes transported capacity was 4.68 million tons including 0.69 million tons of containerized cargo (14.8 %) and 0.46 million tons of packed cargo (9.8 %).

Waterways of Lena basin have various duration of the navigating and operational periods at different parts of rivers, various operational conditions for using fleet on these waterways (small draught vessels for the lateral and small rivers, mixed river-sea going vessels for providing cargoes delivery to the Arctic rivers' settlements) demands creation and maintenance of corresponding dimensions of a running way for providing free sailing through fairway and bar areas of Yana and Indigirka Rivers in order ensure cargoes delivery during short-term Arctic navigation.

Cargo transportation due to duration of the operational period at the upper regions of the Vitim, Aldan and Vilyuy Rivers corresponds to expeditionary cargo delivery to the small rivers; existence of the small-draught fleet is necessary for fleet usage at these rivers during the whole navigational period. Cargo delivery to the Arctic settlements of Yana, Indigirka, Kolyma, Anabar, Olenek and Hatanga River has its own specificity and distinction, that requires cargo accumulation first of all, including composite vessels usage.

The main preconditions of new TBT generation for cargo delivery to the RF Arctic regions are as follows:

- active development of the Northern Sea Way; due to CJSE CRMFI information, till 2020 capacity of cargo transportation may reach 60-65 million tons, coasting and transit transportations may reach 7 million tons (taking into

consideration mixed river-sea transportation at Lena, Yenisei and Ob-Irtysh basins.

- realization and necessity for support of realized industrial and logistic projects (gas pipeline «Siberian Power», port of Sabetta, «Yamal-SPG», «SMC «Norilsk Nickel», «Vankorneft», systematic arrangement of towns and enterprises, etc.);

- considerable physical and moral obsolete of river and river-sea vessels of the shipping companies of Lena, Yenisei and Ob-Irtysh basins, while cargo flow is stable;

- absence of alternative for water transport at main part of Arctic regions (especially at the Lena basin; there it is possible to deliver material or energetic resource to some far settlements or enterprises by river at navigation period only).

As a result of Marine Engineering Bureau investigations, several technical projects of small-draught composite vessel with restricted working draught were fulfilled, as follows: tanker variant (RT63 tanker pusher vessel plus ROB21 tanker barge), dry cargo variant (RD63 dry cargo pusher vessel plus RDB21 dry cargo barge), and combined variant (RT63A dry-cargo/tanker pusher vessel plus ROB21A dry-cargo/tanker barge).

Draught for small draught composite vessel for the Siberian rivers was appointed as a range 1.40-2.35 m. It was necessary to take into consideration that Lena River has long-term spring high water.

Basing on the analyze of existing coupling devices used at eastern basins, coupling unit UDR-100 was accepted for both variants (dry-cargo and tanker ones) of small-draught composite vessel.

Due to analyze of operational and weather conditions at investigated sailing regions and accumulated experience, the following RRR classification notation was accepted for discussed small-draught composite vessel:

⊠ «O 2,0» (ice 20)A for pusher cargo vessel (at both dry-cargo and tanker variants) and ⊠ «P 1,2» (ice 20) for barge. These classes allow to transport cargo at Lena basin during the whole navigation period.

Due to analyze of way restrictions [5], the maximal length till 170 m (summarized length of the pusher plus barge) was recommended. It will be necessary to decrease running speed at Lena River part from Ust-Kut till Kirensk with waterway radius 300 m.

Several berths will require separate operations near them due to their insufficient length; such situation corresponds to operational models of prototype composite vessel, at which CK type vessels (CK-2000, CK-2000K, CK-2000KH projects) were used as pusher ones.

The maximal composite vessel's breadth may be accepted from the region 17.2-22.8 m. High end usage will initiate construction problems if building at Russian shipyards.

Due to shipping experience, self-propelled cargo pusher vessels of CK type (CK-2000, CK-2000K, CK-2000KH) are the mostly efficient for work with dry cargo or tanker barges at shallow water Siberian rivers. So this allowed to use these vessels as prototypes for new concepts.

Developed perspective projects RT63, RD63 and RT63A of small-draught self-propelled inland waterway vessels are successors of project TO-1400, that was made for class «O» river tanker (project was developed out in the beginning of 2000s for Lena River Shipping Company). These new projects are intended to substitute in perspective existing tankers of 1754Б, CK-2000KH, 414Б, 414В project and dry cargo vessels of CK-2000, CK-2000K, P-25Б projects.

For information: in 2008 construction of the hull of the head TO-1400 tanker was completed; then hull was towed to the Zhataysk Shipyard harbour for construction finishing.

RT63, RD63 and RT63A project vessels are steel single-deck self-propelled double-screw ones with inclined stem and transom stern, with ER located aft, with living superstructure and wheelhouse located fore, with bow thruster, with fore UDR-100 coupling unit for providing pushing of dry cargo, tanker or combined barges, including existing ones. General arrangement of RT63 vessel is shown in the fig. 1.

New barge projects ROB21, RDB21 and ROB21A are the successors of the BH-2000 concept, which also was developed in the beginning of 2000s for Lena River Shipping Company. These new projects enhance operational abilities of tanker pusher vessel, increase cargo capacity of TBT, and provide loading multiplicity for river-sea tankers.

For information: the head BH-2000 barge was constructed at Zhataysk Shipyard in 2006.

Main characteristics of RT63+ROB21, RD63+RDB21, RT63A+ROB21A composite vessels are given in the table 2.

Finally, the new RT63+ROB21 concept has deadweight 4788 t at draught 2.35 m, deadweight 3280 t at draught 1.80 m and deadweight 2195 t at draught 1.40 m; all this is much more than existing fleet vessels have. Accordingly, despite increasing thickness of hull elements and appearing of additional constructions such as double bottom and double sides, specific transportation self-cost will decrease by about 10-15 % comparing with old vessels.

For information: the most up-to-date composite vessel of LORP consists of TO-1400 tanker and BH-2000 barge; she has cargo capacity 3560 t at draught 2.35 m (i.e. by 1055 t less).

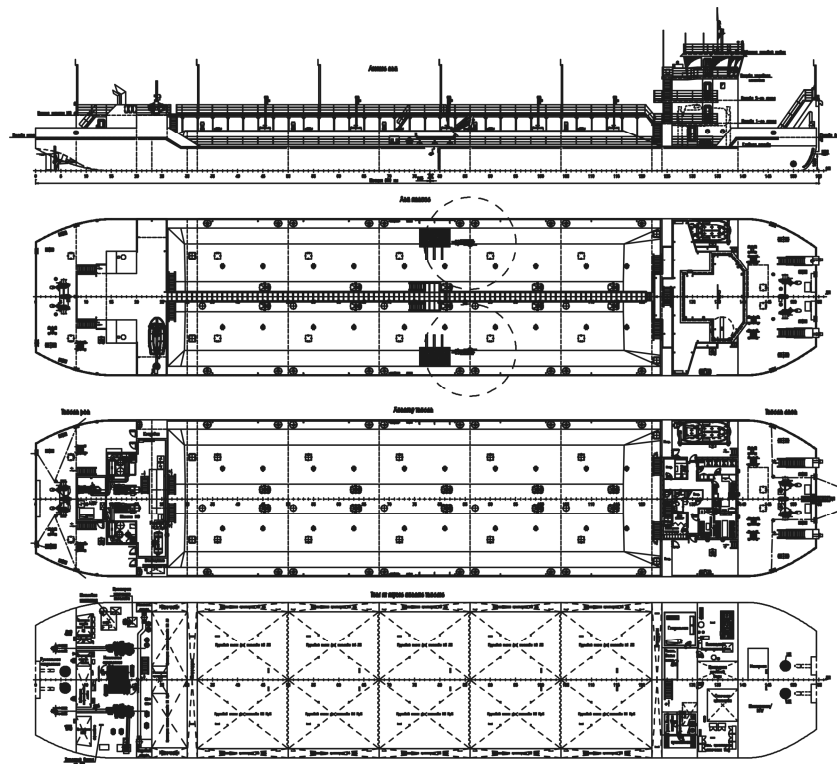


Fig. 1. General arrangement of the RT63 vessel

Table 2

*Main characteristics of RT63+ROB21, RD63+RDB21,
RT63A+ROB21A composite vessels*

Parameter	Characteristics of small-draught composite vessel		
	RT63+ROB21	RD63+RDB21	RT63A+ROB21A
Composite vessel's type	dry cago	tanker	combined
Length overall, m	170.40		
Breadth overall, m	17.20		
Draught (summer free board), m	1.80		
Deadweight at draught	2008 / 2566 /	2195 / 2736 /	1900 / 2441 /
1.40 / 1.60 / 1.80 / 2.0 / 2.15 /	3111 / 3656 /	3280 / 3825 /	2985 / 3529 /
2.35 m in river, t (about)	4067 / 4619	4236 / 4788	3942 / 4493
Fuel autonomy, days	10		
Number of cargo tanks	24	-	24
Capacity of cargo tanks, m ³	5692	-	4831
Number of cargo's kinds for simultaneously loading/unloading	3	-	1
Area of cargo deck (in cargo bunker), m ²	-	1645	1366

Continued table 1

Permissible load for the cargo part of deck, t/m ²	-	5.0	
Cargo bunker capacity (up to coaming's upper edge), m ³	-	2362	1996
RRR class notation for the pusher	✠ O 2.0 (ice 20) A		
RRR class notation for the barge	✠ R 1.2 (ice 20)		
Capacity of Main Engines, kW	2 x 746		
Crew / places, people	8 / 10		
Speed, not less than, км/h	19.0		

Conclusions. Due to RosMorRechflot order, Marine Engineering Bureau worked out up-to-date efficient project of small-draught tug-barge train with restricted working draught (1.40-2.35 m) for the Siberian rivers in dry cargo variant (RD63 dry cargo pusher vessel plus RDB21 dry cargo barge) and in tanker variant (RT63 tanker pusher vessel plus ROB21 tanker barge); also combined variant (dry-cargo/tanker) is foreseen. Characteristics of developed tug-barge train correspond to operational conditions of Siberian rivers and are significantly better than existing similar ones (she has bigger cargo capacity with simultaneously increased strength standard; there are fulfilled all current requirements due to ecology, safety, habitability and crew number reduction).

Developed perspective projects RT63, RD63 and RT63A of small-draught self-propelled inland waterway vessels are intended to substitute in perspective existing tankers of 1754Б, СК-2000KH, 414Б, 414В project and dry cargo vessels of СК-2000, СК-2000K, P-25Б projects.

RosMorRechflot working group on coordination, scientific, technical and organizational support of work on the implementation of the federal target program «Development of civil marine engineering for 2009-2016» accepted introduced projects of small-draught tug-barge trains with restricted working draught (1.40-2.35 m) for the Siberian rivers.

REFERENCES

1. Gladkikh A. *Specificity of the «northern» delivery. Problems of cargo delivery to the norther rivers of Sakha Republic (Yakutiya) during 2006-2007 navigation. – Rechnoy transport (XXI vek). – Vol. 4. – 2008. – P. 32-35.*
2. Dolzhenko Yu. *Strategy of the transport problems solving for economics and life support at the basins of Yakutiya Artic rivers. – Rechnoy transport (XXI vek). – Vol. 3. – 2004. – P. 32-35.*
3. Egorov G.V. *Analyze of background for development of new generation of river and river-sea vessels for Lena Basin // Problemy tekhniki. – Vol. 3. – 2010. – P. 3-22.*

4. Egorov G.V. *Transportation by national water transport, river fleet conditions and new shipbuilding prospect, including Syberian rivers* // *Morskoy Vestnik*. – Vol. 2 (50). – 2014. – P. 7-15.
5. Egorov G.V. *Background of accepting main particulars for new generation river-sea vessels for Lena Basin* // *Problemy tekhniki*. – Vol. 1. – 2013. – P. 5-32.
6. Egorov G.V., Tonyuk V.I. *Analyze of background for development of new generation of river and river-sea vessels for Enisey Basin* // *Problemy tekhniki*. – Vol. 4. – 2010. – P. 3-19.
7. Egorov G.V., Tonyuk V.I. *Analyze of background for development of new generation of river and river-sea vessels for Western-Syberian region* // *Problemy tekhniki*. – Vol. 1. – 2011. – P. 68-89.
8. Smerdov V.N., Lyubimov V.I. *Actual aspects of water transport complex development at Sakha Republic (Yakutiya)*. – *Syberian Scientific Transactions*. – Novossibirsk: NGAVT. – Vol. V. – P. 121-126.

Стаття надійшла до редакції 15.12.2016

Рецензент – доктор технічних наук, професор, головний науковий співпрацівник, науковий консультант Морського інженерного бюро **В.В. Козляков**

УДК 629.5

Egorov Gennadiy V., Avtutov Nickolay V.

**CREATION OF MULTIFUNCTIONAL
ICE-BREAKING TUG FOR SHALLOW WATER**

Учитывая массовое списание существующего флота речных буксиров, существует необходимость в новых буксирах для речных портов.

На примере ледокольного мелкосидящего буксира проекта TG04 показаны основные принципы проектирования многофункциональных речных буксиров.

Ключевые слова: проектирование, речной буксир, мелководье, ледовые условия, функциональность.

Враховуючи масове списання існуючого флоту річкових буксирів, існує необхідність в нових буксирах для річкових портів.

На прикладі криголамного мілкосидячого буксира проекту TG04 показані основні принципи проектування багатofункціональних річкових буксирів.

Ключові слова: проектування, річковий буксир, мілководдя, льодові умови, функціональність.

Necessity of the new tug boats is very high in the river ports due to extremely decrepitude of existing fleet.

On example of ice-breaking shallow-draught tug of TG04 project main design principles of multifunctional river tugs are shown.

Keywords: design, river tug, shallow water, ice conditions, functionality.

Problem statement. In the sector of river and mixed river-sea transportation shipowners actively invest finances into building of self propelled dry cargo and oil transport vessels as well as non-self propelled barges that provide direct cargo transportation and thus «earn» profit.

Existing tug and tug-pusher river fleet continues becoming out of date steadily. There were 55 vessels with the age up to 10 years, 110 vessels with the age from 10 to 15 years, 972 vessels with the age from 15 to 20 years, 2517 vessels with the age from 20 to 30 years and 3119 vessels with the age more than 30 years with the Russian River Register (RRR) class at the beginning of 2008. Unfortunately for the nearest time there are no plans due to significant investments for buying new representatives of auxiliary fleet.

Though in river ports neediness of new tugs are enough high due to significant dilapidation of existing fleet. One of such ports is river port of Dudinka that is included into Arctic branch of OJS «Mining & Smelting Complex «Norilskiy Nickel» [3].

Design of shallow draught river tugs was described in publications of 70-80-s of last century [5-10]. Since that time vessels of such type weren't designed.

In the process of new generation of tugs creation the greatest interest is lines optimization on the basis of numerical modeling [4]; usage of present-day technique in the field of weight-dimension characteristics diesel engines that let to increase tug power while keeping tug dimensions; decrease available operational risks by involving rational design of hull constructions [2].

Aim of the paper. Justification of definition characteristics of river tug that is effective for shallow water and river ice conditions. Prj. TG04 tug designed by Marine Engineering Bureau for the port of Dudinka was taken as an example.

Main text. Port of Dudinka is situated on the right shore of Yenisei River at distance of 230 km from river's mouth. This is departmental port that was built in order to provide needs of Norilsk Mining & Smelting Complex.

Auxiliary fleet operation in the port of Dudinka is connected with a lot of problems; main of them as follows:

- short navigational period (from May till October), so efficient fault-free vessels' work is required;
- long period of the winter stay with extremely low outer air temperature (below $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$) and freezing into ice for deepness of full draught (including propulsion complex);
- annual ice-drift that may be accompanied with significant damages or even perish of vessels and port facilities.

Thereafter river tug for severe Arctic conditions has to fit requirements as follows:

- tug has to be design for operation at extremely low outer air temperature;
- equipment and construction of the propulsion complex have to permit to put tug into operation at extremely low temperature from condition of full into-ice freezing;
- tug's hull should be of reinforced type for operation in the conditions of freeze basin;
- tug's weight should not exceed 100 t for providing ability to raise tug onto berth for the winter stay (crane capacity restriction);
- tug's maximal draught should not exceed 1.80 m (due to depth of the boatyard where fleet is placed for the winter stay and due to way conditions of the Dudinka River).

Tug must fulfill works due to providing port fleet safety during ice shifting, so her overall dimensions should be of minimal type. Tug's pollard pull should be not less than 6 t; that provides ability to service all fleet owned by the Arctic branch of Norilsk Complex.

Main tug characteristics and characteristics of some analog vessels (including tug «Tayezhniy» of prj. 1427 that was substituted by TG04 one) are shown in the Table 1.

Table 1

Comparative characteristics of TG04 tug and her prototypes

Denomination	TG04 prj.	1427 prj.	P14A prj.
Length overall, m	20.45		31.50
Length due waterline L , m	18.50	18.20	30.40
Breadth due waterline on the middle B , m	6.00	4.20	6.60
Breadth overall, m	6.56	4.40	6.80
Depth on the middle H , m	2.40	2.56	1.80
Draught due waterline d , m	1.80	1.43	1.08
Maximal continuous ME power N , kWt	2×221	2×110	2×166
Pull effort, t	6.50		4.15
Gross Tonnage, reg. t.	84.81		171
Crew	6		11
Type and number of propulsion devices	2 FPP	2 FPP	2 FPP

Beforehand setting of tug's light weight (100 t) and maximal draught ($d = 1.80$ m) determines main dimension of the vessel ($L \times B \times H = 18,5 \times 6 \times 2,40$ m).

Tug's architect-constructive type was selected as classic type for port tugs, notably single deck double screw vessel with upper deck fore recess, with wheel house and ER located middle, with ice-breaking stem (see Figure 1).

Sailing regions are basins and mouth reach of the rivers with sea navigation regime of «O» class. The vessel can be operated at sea roughness with 1 % probability wave height no more than 2.0 m.

Registry class is determined in accordance with planned sailing region. Class notation is « \boxtimes O 2,0 (ice 30)» of Russian River Registry (RRR). Ice category is assigned higher that recommended by RRR Rules for vessels of « \boxtimes O 2,0» type due to actual operational conditions at the port of Dudinka.

Tug hull's shapes were determined with help of CFD-modeling (see lines in the Figure 2).

Same time choice of revolutions and hydrodynamic characteristics of screw propellers (SP) was carried out in order to achieve bollard pull not less than 6.0 t a the project mode.

The project mode means SP work at mooring regime (zero speed) with nominal revolutions and full (100 %) loading of main engines (ME).

Initial data for the screw:

- diameter of opened screws $D_p = 1.200$ m;
- number of screws $x = 2$;
- number and power of Main Engines 2×221 kWt.

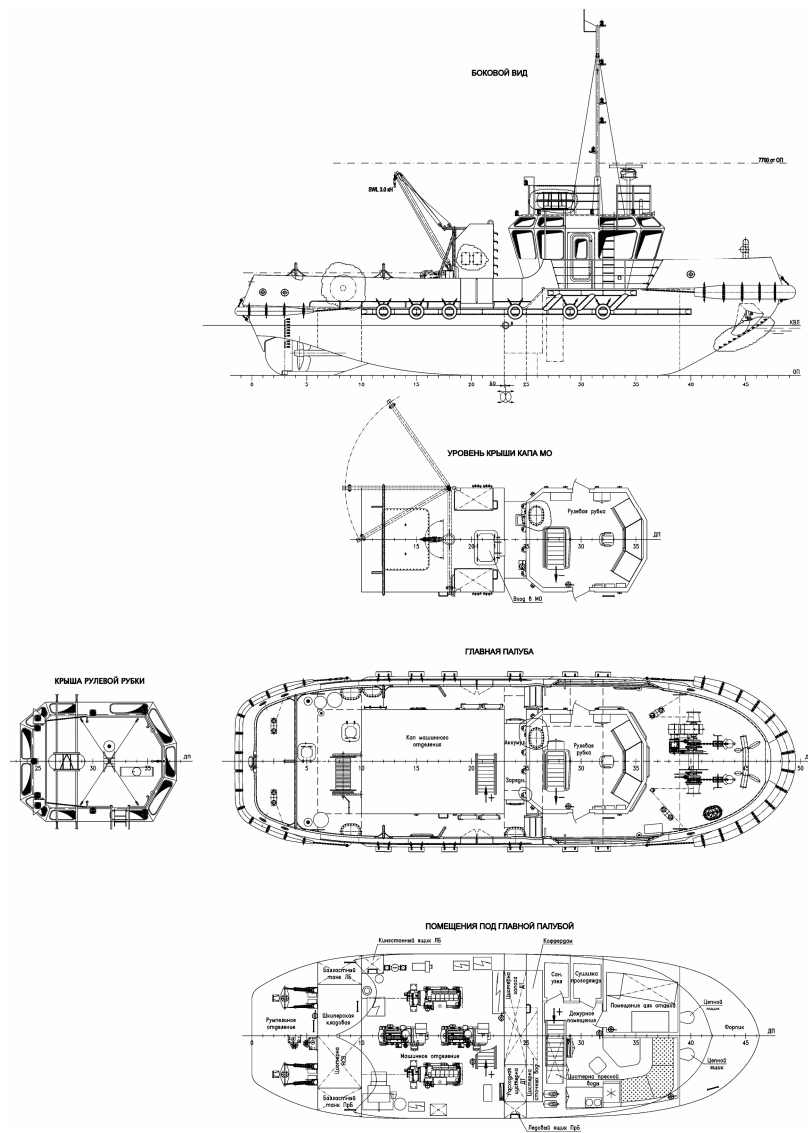


Fig. 1. Shallow draught ice-breaking river tug boat General Arrangement

Screw propellers are placed in the light semi-tunnels of the hull in accordance with estimated ice conditions and shallow draught. At the calculated conditions SP are fully immersed, accordingly $D_p/T = 0.667$.

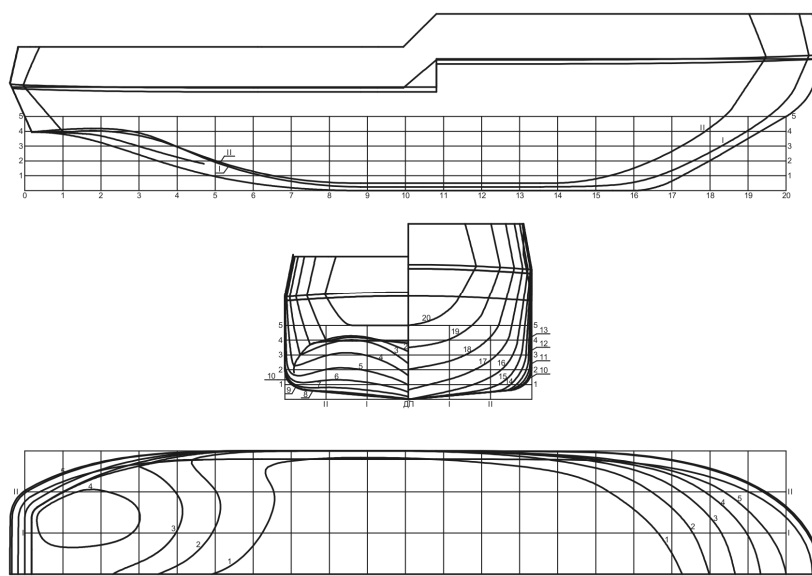


Fig. 2. Lines of shallow draught river tug

Calculation of optimal revolutions of SP is made in the Table 2.

Revolutions value was varied in the limits 350-420 rpm with the step of 10 rpm during calculation. For each revolutions value pitch ratio was fitted in order to provide 100 % load of ME. Correlation between geometric and hydrodynamic characteristics of SP is accepted in accordance with test of 4-blade propellers of «B» series at the Netherlands towing tank.

Blade-area ratio A_E/A_O is accepted of 0.650 on the basis of minimal value A_E/A_{Omin} determination for condition when hard cavitation is absent for each revolutions value. A_E/A_{Omin} value determination is carried out with help of well known Keller formula (1) that sets relations of blade-area with SP pull effort and work conditions.

$$A_E / A_{Omin} = \frac{0.05 + (1.3 + 0.3z) \cdot T_p}{D_p^2 (p_0 + \rho gh - p_v)}, \quad (1)$$

where z – SP blades number;

T_p – SP pulling effort;

$p_0 + \rho gh$ – static pressure onto SP axis;

p_v – saturated vapor pressure onto SP axis.

$p_0 - p_v = 99047$ Pa is accepted for calculations, that corresponds water conditions at temperature of 15 °C.

ME load due to effective power N_E (Table 2, lines 8 and 9) is calculated accounting efficiency factor of 0.95.

SP bollard pull during mooring regime T_E (Table 2, line 10) is calculated accounting suction; suction coefficient for mooring regime t_{p0} is accepted of 0.100 preliminary.

Table 2

Optimal SP revolutions calculation

1	n , rpm (preset)	350	360	370	380	390	400	410	420
2	A_E/A_{Omin}	0.609	0.615	0.620	0.625	0.630	0.633	0.637	0.640
3	P/D_p	1.016	0.973	0.933	0.895	0.860	0.828	0.797	0.768
4	A_E/A_O	0.650	0.650	0.650	0.650	0.650	0.650	0.650	0.650
5	K_T	0.452	0.433	0.414	0.396	0.379	0.363	0.348	0.333
6	K_Q	0.068	0.062	0.057	0.053	0.049	0.045	0.042	0.039
7	T_p , kN	0.452	0.433	0.414	0.396	0.379	0.363	0.348	0.333
8	N_E , kWt	221.0	221.0	221.0	221.0	221.0	221.0	221.0	221.0
9	N_E , b.h.p.	300.6	300.6	300.6	300.6	300.6	300.6	300.6	300.6
10	T_E , t	2.928	2.962	2.993	3.021	3.046	3.069	3.089	3.106
11	$T_{E\Sigma}$, t	5.855	5.924	5.986	6.042	6.092	6.137	6.177	6.213

Approximate bollard pull during mooring regime $T_{E\Sigma}$ is given in line 11 of Table 2.

Reduction ratio $i_r = 4,409:1$ of reduction gears was determined while taking into consideration data from Table 2. This value corresponds to the nominal SP revolutions of 408 rpm.

Bollard pull distribution during mooring regime in accordance with Table 2 data is given in the Figure 3; determined nominal SP revolutions is marked.

One may see in the Figure 3 that pull curve has no maximum; pull increases while RPM increases. Pull curve approaches to some constant value asymptotically.

So when determining optimal RPM one should try to increase it in the limits set by SP cavitation, SP construction and providing of suitable free run abilities of tug. Taking into consideration abovementioned the determination of reduction ratio looks reasonable enough in our case.

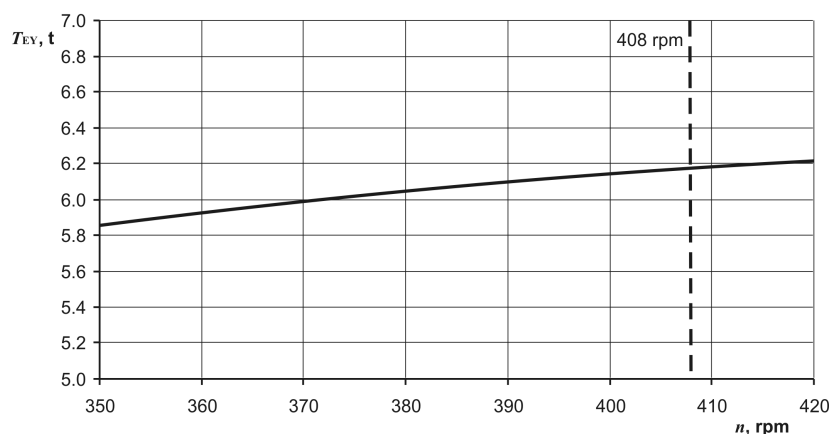


Fig. 3. Pull curve

SP characteristics of TG04 tug is accepted as follows accounting determined nominal RPM (on the basis of “B” series of SP):

Diameter	$D_p = 1.299 \text{ m};$
Pitch ratio	$P/D_p = 0.803;$
Blade-area ratio	$A_E/A_O = 0.650;$
Blade number	$z = 4.$

For more detail determination of pull characteristics of the tug it's necessary to take account of interaction between SP and hull.

Wake factor for SP in tunnels for examined vessel's type can be determined by E.E. Pupmel formula

$$w = 0.11 + \frac{0.16}{x} C_B^x \sqrt{\frac{\sqrt[3]{\nabla}}{T}} = 0.247, \quad (2)$$

where $x = 2 - \text{SP number};$

$C_B = 0.603$ – block coefficient;

$\nabla = 120.4 \text{ cub.m}$ – volumetric displacement;

$T = 1.80 \text{ m}$ – draught.

Wake factor is accepted as constant value for various velocities and ME regimes.

Suction coefficient is approximately equal to wake factor for fully immersed SP located in tunnels (in accordance with recommendations [1]).

Assume $t_p = w = 0.247$ for tug free run at the speed of 10 kn.

Suction coefficient dependence from ME work regime is set by E.E. Pampel by the next formula:

$$t_p = \frac{t_0}{1 - \frac{J}{P_1/D_p}}, \quad (3)$$

where J – SP advanced ratio;

T_1/D_p – pitch ratio for zero thrust; for our case $T_1/D_p = 0.866$.

Using (3) one can defines suction coefficient for mooring regime t_{p0} by inserting known values $t_p = 0.247$, $P_1/D_p = 0.866$ and SP advanced ratio $J = 0.475$ (for speed of 10 kn and nominal RPM). Suction coefficient for mooring regime is of $t_{p0} = 0.110$.

Tug pull capacity data was defined using abovementioned SP characteristics and «hull-SP» interaction coefficients. Corresponding calculations were made for speed range of 0 (mooring regime) to 10 kn and RPM range from 310 to 408. This data is shown in the Table 3 and Figure 4.

Table 3

Pulling effort $T_{E\Sigma}(t)$ for different regimes

n , rpm.	V_s , kn							
	0.00	1.43	2.86	4.29	5.71	7.14	8.57	10.00
408	6.10	5.71	5.28	4.82	4.33	3.80	3.25	2.68
390	5.57	5.20	4.79	4.34	3.87	3.36	2.83	2.27
370	5.02	4.66	4.27	3.84	3.38	2.90	2.39	1.85
350	4.49	4.15	3.78	3.37	2.93	2.47	1.97	1.46
330	3.99	3.67	3.32	2.93	2.51	2.06	1.59	1.10
310	3.52	3.22	2.88	2.51	2.11	1.69	1.24	0.77

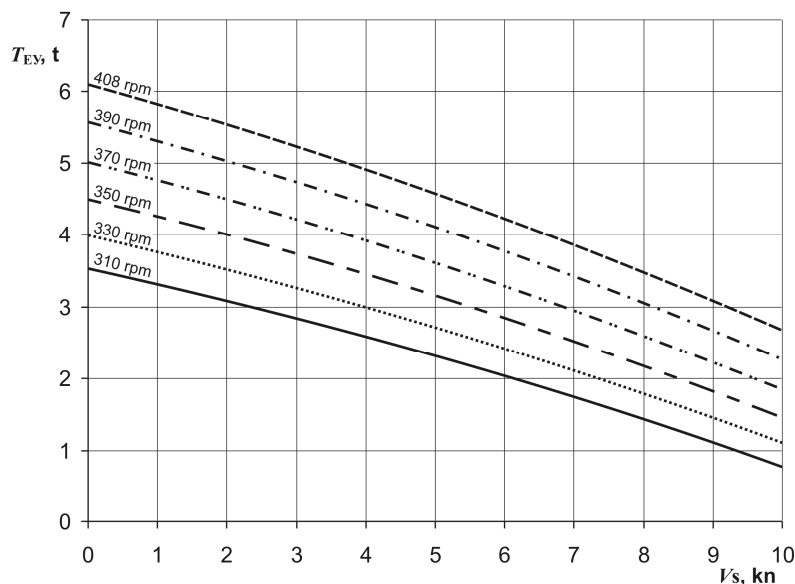


Fig. 4. Pulling effort $T_{E\Sigma}$ for different regimes

For achieving free running speed or speed during towage on the basis of Table 3 or Figure 4 it's necessary to set resistance values for tug and towing object taking into consideration lashing coefficient (depending on the speed value). ME load rises to the maximal capacity (100 %) during mooring regime.

Due to calculations bollard pull during mooring regime reaches value of 6.1 t at the nominal ME revolutions.

Tug's movement is provided by two open cast steel 4-blades fixed pitch propellers. Screw propeller's diameter is of 1200 mm, pitch ratio is of 0.793, blade-area ratio is of 0.65. Propellers drive from two ME (221 kWt each) is of mechanical type through reverse gear. Ability of ME work with load of 110 % during 1 hour is foreseen.

With the design draught of 1.8 and ME load of 90 % tug's speed reaches 10.2 kn.

Maneuvering characteristics of the tug are provided by two balanced (with double bearings) rudders arranged by sides. Rudder blades are made of streamlined type. Ice «claw» is foreseen for each rudder blade protection against ice operation damages.

For rudder blade turning two independent electro-hydraulic steering engines are installed in the steering gear room. They provide simultaneously (synchronic) and independent rudders putting over to any side. The steering gear ensures putting rudder over from 35 ° on one side to 35 ° on the other side at maximum ahead speed within not more than 22 sec.

Tug's docking weight is of 88 t about. Design tug's hull life period of 15 years was accepted in order to achieve such weight.

Vessel's hull is made from D category steel. Hull is set up by transverse framing system; frame spacing is of 600 mm. Floors are located on each frame. Thickness of outer shell, deck and deck-house bulkheads (from 4 till 9 mm) is accepted due to strength providing and RRR requirements.

Main watertight transverse bulkheads are placed at frs. 6, 10, 23, 29, so divide hull into 5 independent compartments. Bulkheads are of flat type with thickness of 4 or 5 mm. Bulkhead's girders are made from non-symmetrical bulb iron №.8 and from welded T-profile (4x150/8x80 mm).

Vessel's stem is of ice-breaking type. It is made from plate with section 30x125 mm that is enforced by transverse girders and welded T-profile s6/8x80 mm. Side girders is made from non-symmetrical bulb iron № 8 (frames) and from welded T-profile 5x250/8x80 mm (web frames and stringers). Floors and bottom stringers are made from welded T-profile with beam web of 5 mm and belt of 8x80 mm outside ER and with beam web of 6 mm within ER. Deck girders are made from non-symmetrical bulb iron № 8 (beams) and from welded T-profile 4x200/8x80 mm (web beams and carlings). Thickened plates and corresponding enforcements are installed at the places where anchor-mooring and towing equipment is arranged.

Wheel house is arranged on the elevated fore part of upper deck. At this end electrical anchor-mooring-towing winch (pull of 75 kN) and towing bitt that provide ability for different objects canting.

Basic pulling effort of tow winch is of 50 kN for the first layer of drum, maximum pulling effort is of 75 kN for the first layer. Rope capacity of tow winch drum is of 100 m of synthetic rope with diameter of 48 mm.

Vessel's fuel autonomy is of 3.3 days, water autonomy is of 4.8 days. Heavy fuel stores are placed in tanks arranged in deep-tank in area of the ER fore bulkhead. Fuel tanks have no contact with the outside water due to RRR Rules.

Independent fresh water tank is arranged in the middle part of the hull.

Battery box and charging compartment are located in the middle part of the deck.

Engine room with 900 mm height cape, boatswain's locker and steering gear room are located in the aft end of the vessel.

Towing hook (working load about 70 kN) with automatic and remote release is installed onto ER cape for towing operations providing. both synthetic or steel towing rope can be used when working with towing hook.

Boxed band made of 10 mm plate is mounted onto the sides in order to avoid hull damages during towing and canting operations. Additionally cylindrical rubber fender is mounted fore and aft for the same purpose.

Auxiliary power plant consists of two diesel generators of 62 kWt each. Auxiliary power plant provides energy for the vessel and is able to forward energy to the shore or another floating object.

It's foreseen that the vessel can be withdrawn from operation by her freezing in ice for 6 months without ER and everyday quarters warming-up.

Putting into operation after winter staying is carried out with negative outdoor air temperature (down to -20 °C) and with positive temperature (provided by electrical air heater) in ER.

Keel of tug-boat «Portoviy 1» (building number is of 701) was laid down on 12.09.08. Tug was launched 27.08.09 and put into operation 17.09.08.

Tests carried out on the Volga River in the September, 2009 and first operation 2009-2010 confirmed accepted tug design decisions fully.

Conclusions. Main characteristics of new river tug boat for the port of Dudinka were justified, including:

- roadstead- maneuvering works with river going vessels and floating cranes;
- auxiliary works such as berthing, unberthing, handling of barges and vessels;
- vessels' placing in backwater during spring flood;
- ice-breaking works in the port of Dudinka during autumn period;
- placing of non-self propelled fleet for winter stand (placing over a distance from berth in autumn ice with holding until vessel freezes in.

Within auxiliary fleet of «Mining & Smelting Complex «Norilskiy Nickel» the tug-boat «Portoviy 1» (TG04 prj.) substituted tug-boat of 1427 prj. (1969 built) at the port of Dudinka.

Three more tugs of modernized project TG04M have been built since 2010.

REFERENCES

1. *Basin A.M. & Anfimov V.N. 1961. Ship's hydrodynamic. – L.: River Transport, 1961.*
2. *Egorov G.V. Design of ships of restricted navigation area based on risk theory. – St. Petersburg: Shipbuilding, 2007*
3. *Egorov G.V. Estimation of Russian Federation neediness of new vessels of different types. Perspectives of native shipbuilding // Shipbuilding and Shiprepair. – Issue 3(29). 2008. –P. 42-49.*
4. *Egorov G.V., Stankov B.N., Pechenyuk A.V. An experience of CFD modeling usage for vessel's propulsion unit design // Transaction of National Shipbuilding University. –Nikolaev: NSU. – Issue 2. – P. 3-11.*
5. *Gorbunov Yu.V., Lyubimov V.I., Gamzin B.P. Vessels for small rivers. –M.: Transport, 1990.*
6. *Grinbaum A.F. A method to define main characteristics of tug boat // Shipbuilding. – Issue 12. –1980. – 5-8.*
7. *Grinbaum A.F., Lobastov V.P., Sergeev I.V. Tugs, tug pushers and barges for Siberia // Shipbuilding. –Issue 9. – 1987. – P.6-10.*
8. *Lesyukov V.A. Optimizing of characteristics of inland waterways tugs and tug pushers // Shipbuilding. – Issue 8. – 1975. – P. 8-10.*
9. *Pavlenko V.G., Sakhnovskiy B.M., Vrublevskaya V.M. Cargo transport means for small rivers. – L.: Shipbuilding, 1985.*
10. *Zaitsev I.A. Power stations of tug boats. –L.: Shipbuilding, 1972.*

Стаття надійшла до редакції 02.11.2016

Рецензент – доктор технічних наук, професор, головний науковий співпрацівник, науковий консультант Морського інженерного бюро **В.В. Козляков**

УДК 629.5

G.V. Egorov, N.V. Avtutov

BASED ON MARKET DEMAND LINE-UP OF RIVER-SEA DRY CARGO-VESSELS

Анализ рынка перевозок речных сухих грузов и существующего флота позволил построить параметрическую линейку сухогрузных судов смешанного река-море и морского ограниченного района плавания, которые были объективно востребованы отечественными судовладельцами и стали основой для разработанных и новых проектов Морского Инженерного Бюро.

Ключевые слова: проектирование, параметрическая линейка, суда внутреннего плавания, суда смешанного река-море плавания.

Аналіз ринку перевезень річкових сухих вантажів і існуючого флоту дозволив побудувати параметричну лінійку суховантажних суден змішаного ріка-море й морського обмеженого району плавання, які були об'єктивно затребувані вітчизняними судновласниками й стали основою для розроблених і нових проектів Морського Інженерного Бюро.

Ключові слова: проектування, параметрична лінійка, судна внутрішнього плавання, судна змішаного ріка-море плавання.

The analysis of dry-cargo river market and existing fleet allowed building a parametrical line-up of river-sea and marine dry-cargo vessels of restricted sailing region which were objectively demanded by domestic shipowners and became the basis of Marine Engineering Bureau developed and new projects.

Keyword: design, a parametrical line, vessels of internal navigation, mixed river-sea navigation vessels.

Problem statement. As it was noted in [1; 2], the Marine Engineering Bureau has solved earlier problem of justification the parametrical line of the modern multi-purpose dry cargo vessels taking into account the essential changes of economic conditions and way restrictions. These vessels should be interesting to the post-Soviet shipping companies operating at domestic ports and, respectively, to Russian shipbuilding. Those today such vessels are mixed river-sea vessels (RSV) and similar (due to cargo loading) vessels for work in European shore regions (European «coaster»), and also vessels of sea restricted navigation regions (RSNAV). During the time which has passed from the date of the first publication [3] about domestic dry cargo vessels of the XXI century, the number of the projects which are under construction has been increased practically twice while keeping the main classes. Up to July 2011, 70 new dry cargo vessels constructed due to the Marine Engineering Bureau pro-

jects since 2004, have been in the operation. «Volga-Don Max» type was the most demanded for design and construction. These vessels maximally correspond to dimensions of locks of the Volga-Don Navigation Canal; they have the increased range of opportunities from the RS R1 class till the RRR O-PR class. The number of the vessels intended for voyages in the conditions of the European cabotage without calling to RF inland waterways has considerably increased.

Aim of the paper is to specify parametrical line of the modern multi-purpose dry cargo vessels which are of interest for the post-Soviet shipping companies that operate at domestic ports and, respectively, for Russian shipbuilding. According to the increased cargo transportation from river and estuary ports, at the beginning of the century the task of creation of new universal dry-cargo ships and tankers with reliable hulls and equipment which would be economically effective at linear work on internal waterways of Russia and at the limited draughts in the Azov and Caspian seas has appeared [4]. Besides it, vessels should operate all-the-year-round with the minimal losses of running time in coastal areas of Europe, including transitions through Bay of Biscay during the winter period. Further on, during the process of these vessels construction, the additional aims on coverage of other segments of the market, on specialization, on accounting of local conditions have appeared from domestic customers.

Main text. Generally, accepting of main characteristics of RSNV is completely defined by way restrictions, strategy of the future shipowner, his position in the market, loyalty to those or other directions of transportations and types of cargoes.

Despite outward subjectivity, such choice should be realized from discrete number of alternatives which quite objectively have arisen in the Russian transportation market as result of the compromise at a choice of waterways limitations and consignments (2000 t, 3000 t and their variations in 4000 t, 5000 t, 6000 t $\pm 10\%$ according to uniform charters on transportations).

It is necessary to notice that the most «popular» cargo capacity of a ship (3000 t) corresponds to historically usual consignment on the Russian market which equal weight of the cargo transported by one train at 50-52 wagons. This circumstance allows to transport mass cargoes from river harbors of Russia to ports of Europe and Mediterranean Sea without intermediate storage in stores of a port and, accordingly, without additional flow rates on an overload and storage.

The analysis of such alternatives has allowed to make a parametric line of dry-cargo ships of the river-sea and marine restricted navigation areas objectively claimed by Russian shipowners and to make projects of new vessels on its basis in MEB.

The renewed version of such parametric line is shown in the table 1.

Table 1

Main types of dry-cargo RNAV, designed by Marine Engineering Bureau

Distinguative feature of a ship class, number of project of the Marine Engineering Bureau	Side view (see table 2)	Overall Length × Breadth × Depth, m	Deadweight at maximum draught, t	Deadweight at characteristic draught, t	Deadweight at draught 3,60 m. t (in river)	Capacity of cargo hold, m ³	Register Class
Cargo capacity approximately 7000 t in I category, "Azov mstr" class							
RSD12	1	142.00×18.20×6.00	8048 (4.77 m)	7155 (4.40 m)	5028	10929	KM# LUT I AI
"Volgo-Don mstr" class							
RSD19	2	139.95×16.70×6.00	6750 (4.60 m)	4343 (3.60 m)	4343	10956	KM# LUT I AI
RSD49	3	139.95×16.50×6.00	7154 (4.70 m)	4518 (3.60 m)	4518	10920	KM# LUT I AI
006RSD005	4	139.63×16.70×6.00	6933 (4.60 m)	4535 (3.60 m)	4535	11408	KM# LUT I AI
RSD20	5	139.22×16.50×6.20	7162 (5.00 m)	6065 (4.50 m)	3960	11401	KM# LUT II AI
006RSD002	6	139.63×16.70×6.00	7094 (4.60 m)	4696 (3.60 m)	4696	10870	KM# LUT I I I SP AI
007RSD007	7	139.99×16.70×6.00	7215 (4.60 m)	4778 (3.60 m)	4778	11000	KM# LUT I I I SP AI
RSD11	8	138.30×16.75×5.50	6135 (4.11 m)	4854 (3.60 m)	4854	9761	PM-SP 3.5
005RSD006.01	9	137.52×16.75×5.45	6041 (3.95 m)	5104 (3.60 m)	5104	9780	PM-SP 3.5
005RSD006	10	139.60×16.70×5.50	6081 (4.10 m)	4830 (3.60 m)	4830	9843	PM-SP 3.5
RSD44	11	139.99×16.80×5.00	5562 (3.53)	5543 (3.60 m)	5543	7090	PM O-PR 2.0 (see 20) A
Cargo capacity approximately 5000 t at draught 4.2-4.5 m, "Azov 5000"							
RSD32	12	133.17×16.70×5.50	5129 (4.20 m)	5129 (4.20 m)	3834	8790	KM# LUT I AI
RSD13	13	133.17×16.70×5.50	6125 (4.672 m)	5185 (4.20 m)	3930	9450	KM# LUT II A3
RSD17	14	131.70×16.70×6.20	6271 (5.06 m)	5260 (4.50 m)	3530	9370	KM# LUT I AI
Cargo capacity approximately 3000 t at draught 3.6 m, in substitution "Volgo-Balt" / "Sormovskiy"							
DCV29	15	111.75×15.02×6.00	3787 (3.96 m)	3116 (3.60 m)	3116	4973	PM-SP 3.5 A
005RSD003	16	108.33×16.70×5.50	5499 (4.792 m)	3840 (3.60 m)	3340	7833	KM# LUT I I I SP A3
RSD08	17	107.57×15.02×5.00	3888 (3.89 m)	3258 (3.60 m)	3258	6388	PM-SP 3.5
RSD10	18	99.90×15.80×5.80	4505 (4.80 m)	2690 (3.60 m)	2690	6000	PM 100AS "G" "EI" MC AUT 24 "EI" "SOLAS II-2, Reg 19"

Continued Table 1

Distinctive feature of a ship class, number of project of the Marine Engineering Bureau	Side view (see table 2)	Overall Length × Breadth × Depth, m	Deadweight at maximum draught, t	Deadweight at characteristically draught, t	Deadweight at draught 3.00 m, t (in river)	Capacity of cargo hold, m ³	Register Class
Cargo capacity approximately 3000 t at draught 4,2-4,5 m, "Azov three-thousandt"							
003RSD04	19	89.73×15.90×5.75	3756 (4.461 m)	3422 (4.20 m)	2584	4832	KM# LCI II AS
003RSD04/ALB01	20	89.85×15.60×5.75	3510 (4.464 m)	3176 (4.20 m)	2339	4491	KM# LCI II AS
003RSD04/ALB03	21	89.17×15.60×6.30	4416 (5.286 m)	3067 (4.20 m)	2243	5486	KM# Ics FI AUTS
RSD16	22	89.73×13.50×6.10	3152 (4.50 m)	3152 (4.50 m)	2106	4300	KM# LCI II AS (ORH04)
"European Coasters" with cargo capacity about 5000-6000 t at draught 5.5 m, "Dumbe armory 5000-6000" type							
DCV46	23	119.67×15.90×8.30	7443 (6.11 m)	4674 (4.50 m)		10111	Hull: E 100 AS EI G Multi-Purpose Dry Cargo Ship, SOLAS-II-1, Reg.19, Equipped for Carriage of Containers, DBC Machinery: P6 MC EI AUT KM# LP11 AI
RSD09	24	109.12×16.70×6.50	6208 (5.50 m)	6208 (5.50 m)		8251	
DCV27	25	99.99×15.90×7.10	5018 (5.52 m)	3673 (4.50 m)		6673	KM# I
DCV56	26	89.96×14.50×7.20	5026 (6.40 m)	2748 (4.50 m)		6228	KM# Ics AUT1
DCV33	27	89.99×14.00×7.15	4509 (5.812 m)	3019 (4.50 m)		5611	Hull: E 100 AS EI G, DBC, SOLAS II-2, Reg.19, General Cargo Ship, Equipped for Carriage of Containers Machinery: P6 MC EI AUT Hull: E 100 AS EI SOLAS-II-1, Reg.19, G, DBC, Multi-Purpose Dry Cargo Ship, Equipped for Carriage of Containers Machinery: P6 MC EI AUT
DCV43	28	89.99×14.00×7.15	4499 (5.81 m)	3009 (4.50 m)		5527	

The important feature of new projects is an excess freeboard for characteristic draught. That allows increasing vessel's cargo capacity for work at marine ports. For this purpose the minimal freeboard is appointed at designing.

The structure of this line of projects includes the following basic classes of dry-cargo RSV and RSNV which are claimed in the modern market of transport services:

- «Azov max»: type; this class is defined by waterways restrictions in Russian ports of the Sea of Azov; cargo capacity at maximum draught is about 8000 t, entry in Volgo-Don Shipping Channel (VDSC) locks is not stipulated;

- «Volgo-Don max» type; this class is defined by overall dimensions of VDSC locks and has the greatest possible cargo capacity up to 5000 t for character river draught of 3.60 m; cargo capacity at maximal draught is about 7000 t;

- «Azov-Caspian Coasters» type; this class has cargo capacity about 5000 t for character river draught of 4.20-4.50 m at Russian ports of the Azov and Caspian Seas; it also are able to pass through VDSC (for relocation);

- «Volgo-Balt / Sormovskiy» type; this class has cargo capacity about 3000 t at character river draught of 3.60 m;

- «European Coasters» type; this class has cargo capacity about 3000 t for character river draught of 4.20-4.50 m at Russian ports of the Azov Sea; conventional length is less than 85 m (that allows to place no life boats). There is single «box shape» cargo hold which is designed for long-length cargoes. These vessels can work on internal RF waterways [5];

- «European Coasters» type; this is estuary dry cargo vessels with cargo capacity 5000-6000 t at draught 5.5 m; they are intended to work at Ukraine Danube port (Izmail, Reni), Dnepr ports (Nikolaev, Kherson), Azov ports (Mariupol) and at Northern-Western RF ports if high ice class is presented;

- «European Coasters» type; this vessel have overall length less than 100 m; that allows working at European ports without pilot service;

- «European Coasters» type; these vessels are intended to work at Northern-Western RF ports and Ukraine Azov ports without entering the RF inland waterways. These vessels have cargo capacity about 4500 t at draught 5.5-6.5 m, conventional length less than 85 m and high ice class for winter work at St. Petersburg and Arkhangelsk.

Additionally, shipowners that work at Northern-Western RF ports, are interested for creating high ice class vessels (LU3-LU4) that require no ice conveyance in winter through Gulf of Finland and Gulf of Bothnia, White Sea. Such projects are: RSD32 (it is also an «Azov 5000» type; DCV33, DCV36, DCV43 and DCV46 types that are not intended for operation at RF rivers at all.

The extending participation of domestic shipowners in the worldwide trade requires construction of vessel that meet requirements of the international market, e.g. DCV33, DCV36 and DCV43 coasters that accepted for transportation between EC ports.

These vessels have conventional length less than 85 m and maximal available for such vessels deadweight (about 4500-5000 t). Also river-sea DCV29 vessel can be introduced as example; their dimensions correspond to Rhine River restrictions.





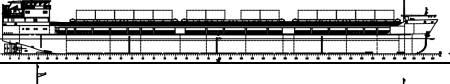
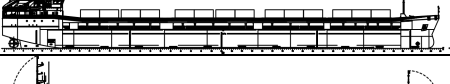
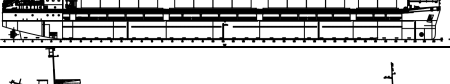
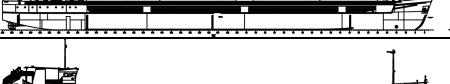

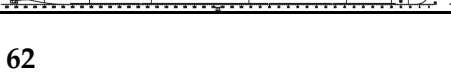
RSD16 vessels should be noted especially among the offered European «coaster»; these vessels have possibility to work through the Belomor-Baltic Canal keeping the cargo capacity about 2000 t.

New vessels have increased cargo holds' capacity and main engines' capacity comparing with existing RSV.



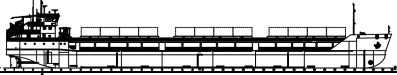




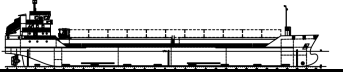



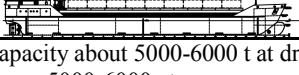


Schemes of side views of offered line of MEB dry-cargo vessels are resulted in uniform scale in the table 2.

Table 2

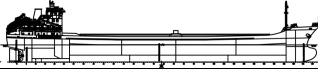

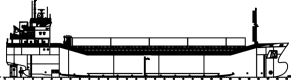

Schemes of side views of MEB dry-cargo vessels' parametric line

№	Design, maximum deadweight	Side view
1	2	3
Cargo capacity approximately 7000 t in Taganrog, «Azov max» class		
1	RSD12, 8048 t	
«Volgo-Don max» class		
2	RSD19, 6750 t	
3	RSD49, 7154 t	
4	006RSD05, 6933 t	
5	RSD20, 7162 t	
6	006RSD02, 7094 t	
7	007RSD07, 7215 t	
8	RSD11, 6135 t	
9	005RSD06.01, 6041 t	
10	005RSD06, 6081 t	

Continued Table 2

1	2	3
11	RSD44, 5562 t	
Cargo capacity approximately 5000 t at draughts 4.2-4.5 m, «Azov 5000»		
12	RSD32, 5129 t	
13	RSD18, 6125 t	
14	RSD17, 6271 t	
Cargo capacity approximately 3000 t at draught 3.6 m, in substitution «Volgo-Balts» / «Sormovski»		
15	DCV29, 3787 t	
16	005RSD03, 5499 t	
17	RSD08, 3888 t	
18	RSD10, 4505 t	
Cargo capacity approximately 3000 t at draughts 4.2-4.5 m, «Azov 3000»		
19	003RSD04, 3756 t	
20	003RSD04/ALB02, 3510 t	
21	003RSD04/ALB03, 4416 t	
22	RSD16, 3152 t	
«European Coasters» with cargo capacity about 5000-6000 t at draught 5.5 m. «Danube estuary 5000-6000» type		
23	DCV46, 7443 t	
24	RSD09, 6208 t	

Continued Table 2

1	2	3
«European Coasters» with overall length less than 100 m		
25	DCV27, 5018 t	
«European Coasters» with overall length less than 85 m		
26	DCV36, 5026 t	
27	DCV33, 4509 t	
28	DCV43, 4499 t	

Vessels were designed in accordance with different Rules, as follows: RS Rules (18 projects), RRR Rules (6 projects), GL Rules (3 projects), RU Rules (1 project).

Conclusions. All vessels are assigned for transportation of general, solid bulk, grain, timber, heavy and large-sized cargoes; ISO 8.5' and 9.0' containers, dangerous goods of 1.4S, 2, 3, 4, 5, 6.1, 8, 9 classes of IMDG Code and cargoes of category B of BC Code.

By 5 projects conform to the requirements of the unrestricted sailing area and RS sailing area R1, 10 ones conform to RS sailing area R2, 2 ones conform to RS sailing area R2-RSN, 5 ones conform to RRR sailing area M-SP (with fulfilment R2-RSN requirements), and single one corresponds to RRR sailing area O-PR.

10 vessels' series have 4 cargo holds, 8 series have 3 cargo holds, 3 series have 2 cargo holds. 7 series have single enlarged cargo hold, that allows to carry out voyages with equipment and other long-sized cargoes from European ports to roughly developing region of the Caspian Sea (RSD49 triple-hold vessels have such cargo hold).

7 of 28 developed projects use the full-turned rudder propellers (FRP) as the integrated running and manoeuvring unit. 14 projects have single-shaft propulsion, the others ones have double-shaft propulsion. Fourteen projects variable pitch propellers, including FRP ones (RSD12 and RSD10 projects), the others ones have fixed pitch propellers. 13 projects have propellers in nozzles. Main engines of 22 projects can use IFO 180-380 HFO (2 series in operation have been such modified). All propulsion units applied on the MEB projects belong to mid-speed diesels. Operational vessels' speed with full cargo at 85-90 % engines' loading makes 10.0-12.5 kn.

Full-turned rudder propellers usage provides enhanced manoeuvrability at restricted conditions, increasing the cargo zone, decreased for about 20 % ER length; expenses, necessary time for mounting, expected repair and service costs reducing. The last was most brightly reflected in terms of construction of vessels of the Armada series in Turkey.

Hull structures of 7 series correspond to RS Ice2 category (LU2 or L3 old notations), 6 ones correspond to RS Ice3 category (LU3 or L2 old notations), other ones correspond to RS Ice1 category (LU1 or L4 old notations).

For the series which are under construction it is observed the tendency of modifying up to ice category LU2 requirements, including replacement of main engines in order to increase their capacity required ice-passing criteria of Classification Society rules (prj. 003RSD04 «Caspian Express»).

23 projects have automation class. Crew consists of 8-14 people.

RS single-compartment unsinkability requirements were used additionally to SOLAS probability index requirements for 5 projects in accordance with owner demand.

As shown in the table 3, vessels of 28 projects of this parametric line of the Marine Engineering Bureau already are under constructions on various shipyards in Russia, Ukraine, Turkey and China. 70 vessels are handed over into operation in 2004-2011, 23 vessels are under construction now. The resulted data allows to make a conclusion about successful solution of the posed problem both in theoretical, and in the practical plan.

Table 3

Dry cargo RSV construction due to MEB projects

№	MEB design	Shipyards	Completed	Under construction	Ordered total
1	2	3	4	5	6
1	RSD12, «Rostov monstr» type	Gelibolu, Turkey	4		4
2	RSD19, «Khazar» type	Volgograd Shipyards	4		4
3	RSD49	Neva Shipyards, Lotos Shipyards		4	12
4	006RSD05, «Palmali Trader» type	Volgograd Shipyards	8		8
5	RSD20, «St. Nikolay» type	Kherson Shipyards	1		1
6	006RSD02, «Nadezhda» type	Oka Shipyards (Navashino)	1		1
7	007RSD07, «Tanais» type	Volgograd Shipyards	1		1
8	RSD11, «Chelsea-1» type	Kherson Shipyards	1		1
9	005RSD06.01, «Chelsea-3» type	Kherson Shipyards «Yuzhnyi Sevastopol» Shipyards	7		7
10	005RSD06, «Chelsea-2» type	Kherson Shipyards	1		1
11	RSD44, «Kapitan Ruzmankin» type	Oka Shipyards (Navashino)	3	7	10
12	RSD32	China, Huaxia Shipping-Business CO., LTD (Wuhan)			

Continued Table 3

1	2	3	4	5	6
13	RSD18, «UCF-1» type	China, Huaxia Shipping-Business CO., LTD (Wuhan), Hengyu Shipyard		6	8
14	RSD17, «Euro cruiser» type	Krasnoe Sormovo Shipyard	5		5
15	DCV29	Kherson Shipyard			1
16	005RSD03, «Kareliya» type	Onega Shipyard (Petrozavodsk)	12		12
17	RSD08, «Ommax» type	China, Xingang Shipyard	1		1
18	RSD10				
19	003RSD04, «Caspian Express» type	Turkey, Ceksan Shipyard	6		6
20	003RSD04/ALB02, «Helios» type	Turkey, Aksoy Shipyard Turkey, Ceksan Shipyard	3		3
21	003RSD04/ALB03, «Modulus» type	Turkey, Aksoy Shipyard	3		3
22	RSD16	Onega Shipyard (Petrozavodsk)			
23	DCV46	Onega Shipyard (Petrozavodsk)			
24	RSD09, «Danube Seamen» type	Kiliya Shipyard		2	2
25	DCV27, «Saxona» type	China, Taidzhou	1		1
26	DCV36, «Ametist» type	China, Qingdao Hyundai Shipbuilding Co. Ltd	2	8	10
27	DCV33	Onega Shipyard (Petrozavodsk)	6		6
28	DCV43	China			
Total			70	23	108

REFERENCES

1. Egorov G.V. *Design of ships of restricted navigation area based on risk theory.* – St. Petersburg: Shipbuiding, 2007. – 384 p.
2. Egorov G.V. *Design and construction of coasters and river-sea vessels.* – Odessa: Publishing House of «Sudostroenie i sudoremont» magazine. – 2008. – 128 p.
3. Egorov G.V. «Line» of multipurpose dry cargo vessels of Marine Engineering Burea // *Morskaya Birzha.* – 2005. – № 4 (14). – С. 16-20.

4. *Egorov G.V. Transportation by national water transport, river fleet conditions and new shipbuilding prospect // Morskaya Birzha. – 2010. – Vol. 4 (34). – P. 20-26.*
5. *Egorov G.V, Alekperov R.A., Tonyuk V.I. Family of multipurpose dry cargo vessels of «Caspian Express» type // Sudostroenie. – 2011. – Vol. 1. – P. 11-17.*

Стаття надійшла до редакції 25.11.2016

Рецензент – доктор технічних наук, професор, головний науковий співпрацівник, науковий консультант Морського інженерного бюро **В.В. Козляков**

УДК 551.462:629.563

A.U. Zaiets

**DETERMINING OPTIMAL PARAMETERS OF A NEURAL NETWORK
FOR SEA ICE THICKNESS PREDICTION**

In this paper we consider the problem of determining optimal neural network architecture in order to predict ice thickness. This paper puts forward an approach to determining the number of neurons in the intermediate layer.

Keywords: ice loads; neural network; number of neurons; automated prediction; oceanengineering construction.

Розглядається питання визначення оптимальної архітектури нейронної мережі для прогнозування товщини льоду. Пропонується підхід до визначення кількості нейронів на проміжному шарі.

Ключові слова: льодовинавантаження, нейронні мережі, число нейронів, автоматичне прогнозування, океанотехнічні споруди.

Рассматривается вопрос определения оптимальной архитектуры нейронной сети для прогнозирования толщины льда. Предлагается подход к определению количества нейронов на промежуточном слое.

Ключевые слова: ледовые нагрузки, нейронные сети, число нейронов, автоматическое прогнозирование, океанотехнические сооружения.

Offshore energy resources development refers to the most promising and important areas of economic development. Currently, operations in this direction are carried out by the State Joint-Stock Company (SJSC) «Chernomorneftegaz», the main facilities of which are located on the shelf of the Azov-Black Sea basin. Every year in winter those areas are covered with ice. In order to provide reliable and long-term exploitation of those facilities one has to estimate parameters of ice loads impact on them [1].

Ice properties produce great influence on ice loads. When calculating ice loads at early stages of designing one uses standard value of ice parameters, though there is no consistent approach to selecting such parameters [2; 3]. Some researchers suggest taking the highest possible values as calculated ones from the available line. Others recommend inputting the most probable values into calculations. While taking into consideration the physical picture [4] of the drift ice interaction with objects in the specific areas of the continental shelf the latter approach is the most reasonable.

The object of the article consists in selecting an optimal neural network architecture, which allows predicting of ice thickness. The main factor influencing ice loads value and is required for accounting in the oceanengineeringconstruction practice when automating calculation is the computative ice thickness [5].

© Zaiets A.U., 2015

Automated ice thickness prediction using information technology and neural networks in particular is one of the most up-to-date methods of estimating changing of ice cover and thickness.

When building a neural network one of the major problems is the one of selecting optimal neural network architecture. This article discusses selection of neural network architecture, in particular the selection of the number of neurons in the intermediate level.

The principle of building a model of a hybrid neural network. As a tool which allows predicting sea ice thickness in the Azov Sea for calculation of the load estimation, while analyzing time-varying specification, we select a neural network of direct propagation, which is a gradient descent algorithm.

A model of a neural network, which has three layers including an input layer, hidden layer and output layer has been worked out. The number of neurons in the each layer is n , m and l respectively.

An important stage when designing a neural network is a process of its training, which looks like this [6]. The initial weights W_1 , W_2 and the thresholds Θ_1 , Θ_2 of the neural network are generated by a random sequence matching as being the given data. The common sigmoid function with a single slope parameter and range $[0,1]$ is selected as an activation function between the layers of the neural network

$$f(x) = \frac{1}{1 + \exp(-x)}. \quad (1)$$

Q groups of training samples

$$X_p = \{x_{p1}, x_{p2}, \dots, x_{pn}\} (1 \leq p \leq Q)$$

should be introduced to the neural network, and then the total average error of the neural network is calculated

$$E_{MSE} = \frac{1}{2Q} \sum_{p=1}^Q \sum_{k=1}^l (T_k^p - V_{L_k}^p)^2, \quad (2)$$

wherein E_{MSE} is the overall average error from the Q groups of training samples, T_k^p and $V_{L_k}^p$ are the expected and the actual outputs of the neural network respectively.

Matching algorithm function is the following

$$F_v = \frac{1}{1 + E_{MSE}^v} \quad (3)$$

wherein F_v is a matching to the V 's value in the sample, and E^v_{MSE} is the average error of the V 's value ($1 \leq v \leq N$). Considering the principle «survival of the fittest», we mention that the matching between the selection process, the selection probability p_s is calculated using (4), so that the selection process will be completed.

$$p_s(U^i) = \alpha p_f(U^i) + (1 - \alpha) p_d(U^i) = \alpha \frac{f(U^i)}{\sum_{i=1}^M f(U^i)} + (1 - \alpha) \frac{1}{N} e^{C_i/\beta}. \quad (4)$$

In the relation (4) $\alpha, \beta \in [0, 1]$ are the constants, $f(U^i)$ is the matching function, C_i is the concentration of the initial population problem U^i .

Adaptive crossing probability p_c and the change probability p_m are calculated using (5) and (6) respectively, the crossing processes and changes will be completed, so that the new generation values are generated.

$$p_c = \begin{cases} k_1 \frac{f_{\max} - f_m}{f_{\max} - f_{MSE}}, & f_m \geq f_{MSE} \\ k_2, & f_m < f_{MSE} \end{cases}, \quad (5)$$

wherein $k_1, k_2 \in [0, 1]$ are the constants, f_{\max} is the highest matching in the population crossing, f_m is the highest matching of two crossed individuals and f_{MSE} is the average matching of the current population.

$$p_m = \begin{cases} k_3 \frac{f_{\max} - f_l}{f_{\max} - f_{MSE}}, & f_l \geq f_{MSE} \\ k_4, & f_l < f_{MSE} \end{cases}, \quad (6)$$

wherein $k_3, k_4 \in [0, 1]$ are the constants, f_l is the individual's mutation.

The calculation is in progress until the average error from the optimal value E_{MSE} satisfies $E_{MSE} < \varepsilon_1$, wherein ε_1 is the global search accuracy. An adaptive algorithm is used for the neural network weight and threshold optimization using (7), until the average error of the optimal value E_{MSE} satisfies $E_{MSE} < \varepsilon_2$, wherein ε_2 is the final accuracy.

$$\Delta W = \eta \frac{\partial E_{avg}}{\partial W} \quad (7)$$

wherein ΔW is the weight adjustment, η is the training rate and is calculated using (8)

$$\eta(k+1) = \begin{cases} 1.05\eta(k), & \text{if } E_{MSE}(k+1) < E_{MSE}(k) \\ 0.7\eta(k), & \text{if } E_{MSE}(k+1) > 1.04E_{MSE}(k) \\ \eta(k), & \text{another} \end{cases} \quad (8)$$

After all operations trained weights W_1 , W_2 and thresholds Θ_1 , Θ_2 of the neural network preserve and are ready for the testing samples.

Selecting the neural network architecture. When building a neural network one of the major problems is the one of selecting the optimal neural network architecture. Typically multilayered, and most often three layered neural networks of direct propagation are used when predicting the timing series. The external view of such network is presented in the figure 1.

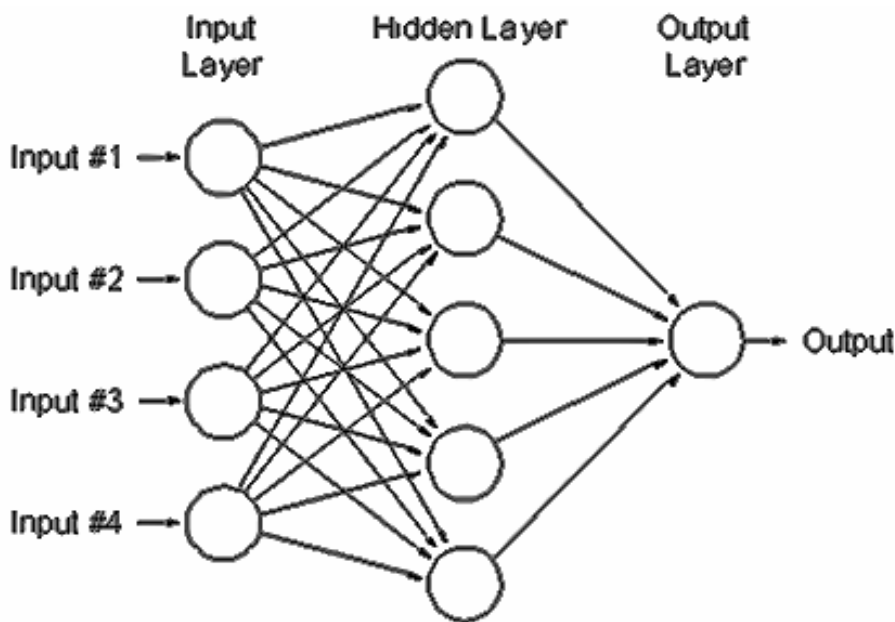


Fig.1. The external view of the direct propagation neural network

And the standardized sample in this case will take values in the range [0-1]. Standardizing allows improving the rate and quality of neural network training. Let us consider ice thickness predicting problem. Experimental data are given in the table 1.

Table 1

№	Windspeed, mps	Water Temperature, °C	Depth, m	Saltiness, %	Icethickness, sm
1	11	-0,2	3,73	1,01	35
2	10	-0,2	3,69	1,03	40
3	10	-0,4	4,0	2,34	35
4	11	-0,4	5,82	6,05	40
5	8	-0,4	7,0	6,66	30
6	10	-0,7	8,08	9,4	20
7	10	-0,7	8,29	11,51	20
8	17	-0,7	8,79	11,22	25
9	0	-0,8	12,00	11,89	40
10	9	-0,8	12,48	11,83	50
11	8	-0,8	13,00	11,86	40
12	6	-0,8	12,28	11,12	30
13	6	-0,8	12,00	11,41	40
14	4	-0,8	11,00	11,70	30
15	6	-0,3	6,61	11,60	25
16	0	-0,2	7,43	11,53	25
17	0	-0,5	6,89	11,72	30
18	17	-0,8	11,27	11,64	40
19	15	-0,8	11,00	11,35	40
20	10	-0,7	11,00	11,24	50

Parameter values are fed to the input, and in output we get the prediction value. Mathematical formulation of the problem can be described as follows. Suppose we are given a sample $\{x_i, y_i\}_{i=1}^n$ wherein x_i is the parameters vector describing the precedent, y_i is the value of the dependent variable in the i precedent, n is the number of precedents. We need to build a neural network that allows getting the prediction $\hat{y} = f(x)$. For the case of multifactor dependency the input parameters can be described in the matrix form X_i , and the prediction needed as following $\hat{y} = f(X)$.

The problem solution of building the predicting network can be carried out in several stages:

- Selection of the network structure:
- Input data preparation.

The preparation of data that will be used for the network training is in progress at the second stage. Most often such preparation comes down to scaling or standardization of data. The following functions may be used for it

$$a_i' = \frac{a_i - Ma}{\sqrt{Da}}; \quad Ma = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i; \quad Da = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (a_i - Ma)^2$$

or

$$a_i' = \frac{a_i - a_{i,\min}}{a_{i,\max} - a_{i,\min}}.$$

We will use the first 15 rows for the network training, and the last 5 to verify the functionality.

Network parameters calculation (with one hidden layer):

- We determine the number of inputs $N_x = 4$;
- We determine the number of outputs $N_y = 1$;
- We determine the number of trained samples $Q = 15$;
- We calculate the estimate of the required number of the synaptic weights N_w based on the inequality [7]

$$\frac{N_y Q}{1 + \log_2(Q)} \leq N_w \leq N_y \left(\frac{Q}{N_x} + 1 \right) (N_x + N_y + 1) + N_y. \quad (9)$$

The estimate of the number of neurons in the hidden layer is calculated using the relation [4]

$$N = \frac{N_w}{N_x + N_y} \quad (10)$$

It is possible to use another formula for estimating the neurons number [4]

$$\frac{Q}{10} - N_x - N_y \leq N \leq \frac{Q}{2} - N_x - N_y \quad (11)$$

Using (9) and (10) we get $0,6 \leq N \leq 5,9$. Using the inequality (11) gives the following result $0 \leq N \leq 2,5$. Thus let us take the neurons number in the hidden layer as 2.

Conclusion. We have considered the problem of determining the number of neurons in order to select the optimal network architecture that allows predicting ice thickness in the Azov-Black Sea basin. Using the suggested algorithm will allow selecting the number of neurons with regard to the data amount and required data accuracy.

The calculations showed that the optimal number of neurons in the intermediate layer for the network considered is two neurons. We plan to conduct numerical experiments using the gotten network architecture for getting predicted values of ice thickness and verification with field data.

REFERENCES

1. *Воздействие поверхностных гравитационных волн на прибрежные океанотехнические сооружения / В.М. Кушнир, В.Р. Душко, В.А. Крамарь // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – № 6/5 (66). – 2013. – С.38-41.*
2. *Лосет С. Воздействие льда на морские и береговые сооружения: Учебн. пособие для вузов / С. Лосет, К.Н. Шхинек, О. Гумстад, К. Хойланд. – СПб.: Изд-во Лань, 2010. – С.109-187.*
3. *Афанасьев В.П. Разработка и совершенствование методов расчета ледовых нагрузок на вертикальные сооружения шельфа от морских ледовых образований: дис. ... док.техн. наук: 05.23.07: защищена 2007, утв. 2007/ Афанасьев Владимир Петрович. – М., 2007. – 329 с.*
4. *Боровская Р.В. О возможности использования спутниковой информации в исследовании Азово-Черноморского бассейна // Сб. научн. трудов ЮгНИРО. – Керчь: Изд-во ЮгНИРО, 2008. – 250 с.*
5. *Заец А.Ю. Применение нейронных сетей в задачах прогнозирования толщины морского льда // Севастополь: СевНТУ, 2014. – С. 228-233.*
6. *Hong Lin. A hybrid neural network model for sea ice thickness forecasting // Journal of Hydrologyvol. – (375). – 2009. – P. 450-458.*
7. *Callan R. The Essence Of Neural Networks // Prentice Hall Europe. – 1999. – 248 p.*

Стаття надійшла до редакції 25.11.15

Рецензенти:

кандидат технічних наук, доцент, професор Одеського національного морського університету **О.Б. Ляшенко**

доктор технічних наук, професор, зав. кафедрою «Теоретична і прикладна механіка» Одеського національного морського університету **В.О. Гришин**

УДК 629.123.56.06.011.51-691.83

А.Ф. Мошнянский, А.А. Мошнянский, О.А. Чумак

ТРАНСПОРТИРОВКА ВЯЗКИХ ГРУЗОВ НА ТАНКЕРАХ

Предложена методика решения задач о затвердевании слоя груза у донной поверхности танков с целью определения количества остатка груза и величину снижения полезного объема. Результаты решения задач применительно к нефтеналивному судну позволяют более эффективно проводить сюрвейерские инспекции на танкерах.

Ключевые слова: танкер, нефтепродукт, затвердевший слой, остаток, температура, методика, фактор, расчет.

Наведена методика визначення кількості залишків вантажу і величини зниження корисного об'єму на танкерах з використанням експериментальних даних. Пропонуються формули для обчислення коефіцієнтів тепловіддачі необхідних у поточних розрахунках. Проводиться порівняльний аналіз обчислень затверділого шару вантажу з використанням різних рівнянь в обчисленнях.

Ключові слова: танкер, нафтопродукт, стверділий шар, залишок, температура, методика, фактор, розрахунок.

The article contains the procedure of determination of the quantity of residues of the previous cargo as well as the reduction value of usable space in the tankers using experimental data. The article also includes formulae required to calculate the heat-transfer factor indispensable for intermediate calculations. The article also contains the comparative analysis of calculations of the thickness of caked layer of the cargo using the different formulae for calculations.

Keywords: tanker, oil product, caked layer of the cargo, rest, temperature, methodic, factor, calculation.

Одной из сложных проблем эксплуатации танкеров является обеспечение необходимого теплового состояния наливных вязких грузов, требующих обязательного подогрева. Это связано как со специфическими свойствами грузов, так и со значительными затратами, обусловленными конструктивно-эксплуатационными особенностями судов, систем и вспомогательных комплексов судовых энергетических установок (СЭУ), обеспечивающих подогрев груза и его перегрузку. Проблема является важной с точки зрения выполнения природоохранных требований, сохранения установленных характеристик груза, продолжительности грузовых операций, предотвращения обводненности груза (вследствие возможного нарушения герметичности систем подогрева), его хранения.

© Мошнянский А.Ф., Мошнянский А.А., Чумак О.А., 2015

Разработчиками этой проблемы в пределах Украины были Одесский институт инженеров морского флота (ныне морской университет), Николаевский кораблестроительный институт (ныне НКУ). Интенсивные разработки по данной проблеме также велись в Германии, Голландии, Польше, России, Японии и др.

Ниже предлагаются некоторые обобщенные данные по упомянутой проблеме, без которых невозможно решать успешно практические задачи в условиях транспортировки вязких грузов морем. Дедвейт мирового танкерного флота в начале XXI века составляет свыше 275 млн. т, в том числе супертанкеров – на уровне 125 млн. т. Увеличивается спрос на продуктовые танкеры дедвейтом свыше 30000 т, портфель заказов судовой верфей мира включает строительство более 100 продуктовозов единичным дедвейтом свыше 10 тыс. т. На долю Украины приходилось 15 судов общим дедвейтом 7,06 млн. т (в некоторых источниках приводятся несколько меньшие цифры, но в любом случае Украина не исключает создание современного танкерного флота). Танкеры, имеющие двойной корпус (по всей протяженности бортов и днищу в районе грузовых танков), являются экологически чистыми и относятся к самым современным судам такого типа. Имеются предложения по созданию танкеров с промежуточной нефтенепроницаемой палубой и оборудованием, уменьшающим выливы нефти из поврежденных танков. В конструкции корпуса широко используются специальные стали, которые не дают трещин при больших термических нагрузках в условиях перевозки (например, асфальта с подогревом до 170 град. Цельсия). После 2003 г. увеличен срок эксплуатации танкеров от 25 до 30 лет после соответствующей их модернизации, удовлетворяющей требованиям статьи 13G конвенции MARPOL.

Нефтеналивные грузы являются наиболее распространенными наливными грузами на морском транспорте. К ним относятся: сырая нефть, мазуты, моторное и дизельное топливо, керосин, бензин, смазочные масла, жидкий асфальт. Наливом перевозятся и пищевые грузы: растительные масла (пальмовое, подсолнечное, соевое и др.), китовый и животные жиры, патока, вино и виноматериалы, спирты и др. К группе наливных грузов относятся сжиженные природные и нефтяные газы, химические грузы (кислоты, ацетон, скипидар, формалин и многие др.), жидкий битум и асфальт, жидкая сера.

Грузы, имеющие высокую вязкость, подогреваются в целях увеличения текучести и осуществления перегрузочных операций в оптимальном режиме. При решении многих практических задач, связанных с подогревом вязких грузов на танкерах, необходим учет таких свойств, как вязкость, теплопроводность, плотность, температура застывания и вспышки, испаряемость и других. Крайне нежелательными являются обводненность нефтепродуктов и наличие механических примесей. Наличие воды в нефтепродукте может значительно увеличить вязкость и скорость затвердевания при низких температурах и способствует образованию малоподвижного слоя у днища, что затрудняет выгрузку. Испаряе-

мость нефтепродуктов является причиной их потерь при транспортировке и проявляется при подводе тепла испарения непосредственно на поверхность груза (например, инсоляцией, направленной к палубе (зеркалу) и поглощенной на поверхности жидкого груза). Испаряемость возрастает с повышением температуры, а также зависит от давления насыщенных паров. Вязкость – одно из важнейших эксплуатационных свойств нефтегрузов, от которого зависят условия транспортировки и перегрузки, скорость осаждения механических примесей при подогреве. Вязкость грузов существенно зависит от температуры (с повышением температуры вязкость обычно уменьшается, поэтому все основные операции с высоковязкими грузами ведутся с их подогревом). Применительно к нефтепродуктам, помимо температуры, на вязкость оказывают влияние плотность груза и предварительная его термообработка. Температура застывания (температура, при которой текучесть жидкого груза практически прекращается) зависит от месторождения нефти и способа получения нефтепродукта и влияет на глубину малоподвижного слоя (являющегося причиной образования «мертвого» донного остатка на днище после выгрузки). Прямогонные мазуты, полученные при перегонке парафинистых нефтей, имеют температуру застывания +25 град. Цельсия и выше, температура застывания крекинг-остатков – от +25 до +34 град. Цельсия. Высокую температуру застывания имеют высокопарафинистые нефти: индонезийская – +47,5 град. Цельсия, венесуэльская – +32 град. Цельсия, мангышлакская – +30 град. Цельсия); температура застывания говяжьего жира составляет от +34 до +38 град. Цельсия. В зависимости от сырья, термической обработки и других свойств температура застывания для мазута одной и той же марки может быть различной. Высокая температура застывания грузов вызывает необходимость подогрева их при транспортировке морем, температура застывания некоторых нефтепродуктов повышается с увеличением обводненности. Плотность груза имеет значение при определении количества груза и зависит от температуры груза. В целом можно отметить, что для расчета плотности, теплоемкости, вязкости, коэффициентов теплопроводности и объемного расширения имеются достаточно надежные и простые зависимости, не всегда, однако, учитывающие необходимые практические поправки, что следует помнить. Для практических расчетов имеет смысл представить некоторые упрощенные расчетные зависимости, позволяющие с достаточной точностью оценить толщину застывшего слоя, а затем определить количество остатков в танке. Для этого могут быть использованы коэффициенты теплопередачи для днища, полученные при обработке экспериментов или расчетным путем. Вместе с тем, отсутствие совершенных и надежных методик определения остатков на танкерах не позволяет проектировать встроенные сертифицированные программы, что осложняет сюрвейерам (и судовой администрации) проведение эффективного инспектирования и установления реальной величины стабильных остатков. Вместе с другими показателями имидж сюрвейерской компании также складывается из

безошибочных расчетов, обоснованной аргументации, доказательств [1]. Кроме того, затвердевший слой нефтепродукта имеет и положительный эффект. Неконвектируемый твердый слой, имеющий низкую теплопроводность, в течение рейса создает термическое сопротивление, которое существенно снижает теплотери в окружающую среду и уменьшает расход топлива на подогрев вязкого груза.

Коэффициент теплопередачи характеризует передачу тепла от жидкого груза к забортной воде через застывший слой нефтепродукта и корпус днища танкера. Численно коэффициент теплопередачи равен количеству тепла, которое передается через единицу поверхности днища танкера в единицу времени при разности температур между грузом и забортной водой в один градус. В общем виде применительно к днищу танкера коэффициент теплопередачи можно представить следующим образом:

$$K_{\text{дн}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{вд}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{гр}}}} \quad (1)$$

где $K_{\text{дн}}$ – коэффициент теплопередачи для днища;

$\alpha_{\text{вд}}$ – коэффициент теплоотдачи от наружной обшивки днища к забортной воде;

δ_i – толщины затвердевшего слоя груза, корпуса (обшивки) судна, краски, полимерных и эпоксидных покрытий внутренних поверхностей;

λ_i – коэффициент теплопроводности материала;

$\alpha_{\text{гр}}$ – коэффициент теплоотдачи от жидкого груза к затвердевшему слою (или к внутренней поверхности днища при отсутствии слоя).

Величина обратная коэффициенту теплопередачи является термическим сопротивлением теплопередачи

$$R_{\text{дн}} = \frac{1}{K_{\text{дн}}} = \frac{1}{\alpha_{\text{bg}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{гр}}}, \quad (2)$$

где $R_{\text{дн}}$ – полное термическое сопротивление для днища;

$\frac{1}{\alpha_{\text{bg}}}$ – термическое сопротивление теплоотдачи между забортной

водой и наружной поверхностью днища;

$\frac{\delta_i}{\lambda_i}$ – термические сопротивления теплопроводности толщин затвер-

девшего слоя, корпуса судна, красок, полимерных и эпоксидных покрытий внутренних поверхностей, расстояния между обшивками в двойном днище;

$\frac{1}{\alpha_{\text{гр}}}$ – термическое сопротивление теплоотдачи между жидким грузом

и поверхностью затвердевшего слоя (или поверхностью днища).

Общее термическое сопротивление состоит из отдельных сопротивлений и после проведенного анализа некоторые из них можно не учитывать в расчетах. Так, например, термическое сопротивление за счет теплоотдачи от наружной поверхности обшивки днища танкера к забортной воде составляет $0,0001 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$ и поэтому, как крайне малой величиной, пренебрегают в практических расчетах. Термическое сопротивление стальной обшивки корпуса (днища) также несоизмеримо мало по сравнению, например, с сопротивлением затвердевшего слоя и теплоотдачи от жидкого груза к поверхности этого слоя. Что касается термических сопротивлений краски, полимерных покрытий, то они на порядок больше сопротивления за счет теплоотдачи к забортной воде, но также не всегда учитываются в инженерных расчетах и поэтому, в первую очередь, следует рассматривать те составляющие, влиянием которых пренебрегать нельзя.

Японскими исследователями г. I. Suhara, Н. Kato, Т. Kurihara для расчета коэффициента теплоотдачи от груза к днищу танкера при остывании нефтепродукта и без учета качки предложена следующая зависимость

$$\alpha_{\text{гр}} = [\lambda C_p \rho / (\pi \tau)]^{0,5}, \quad (3)$$

где λ , C_p , ρ – коэффициент теплопроводности, теплоемкость, плотность груза соответственно;

τ – время, в течение которого остывает груз.

При наличии качки судна $\alpha_{\text{гр}}$, рассчитанное по (3), следует увеличить на величину $\Delta \alpha_{\text{гр}}$, значение которой определяется из уравнения

$$\Delta \text{Nu} = 0.0155 \text{Re}^{0,91} \text{Pr}^{0,33}, \quad (4)$$

где $\Delta \text{Nu} = \frac{\alpha_{\text{гр}} \cdot h}{\lambda_{\text{гр}}}$ – число Нуссельта;

h – расстояние между ребрами жесткости (набором судна);

$\text{Re} = \frac{2\pi B \Theta h}{T \nu}$ – число Рейнольдса,

где B – половина ширины танка;

Θ – угол качки;

T – период качки;

ν – кинематическая вязкость;

$\text{Pr} = \frac{\nu}{a}$ – число Прандтля;

$a = \frac{\lambda}{c_p \rho}$ – коэффициент температуропроводности.

Для ламинарного течения, когда $Re = 10-10^3$ предлагается следующая зависимость:

$$\Delta Nu = 0,139Re^{0,5}Pr^{0,33}. \quad (5)$$

Для определения толщины затвердевшего слоя при известных температурах груза, забортной воды и коэффициента теплопередачи для дна можно воспользоваться также зависимостями для удельного теплового потока, передаваемого от груза к забортной воде (в одном случае зависимость представлена через толщину слоя и его теплопроводность, а в другом – через коэффициент теплопередачи)

$$q_{\text{дн}} = \frac{\lambda_{\text{сл}}}{\delta_{\text{сл}}} (T_3 - T_{\text{вд}}) \quad (6)$$

$$q_{\text{дн}} = K_{\text{дн}} (T_3 - T_{\text{вд}}), \quad (7)$$

где T_3 – температура затвердения груза.

Если приравнять правые части (6) и (7) и решить уравнение относительно $\delta_{\text{сл}}$, то можно оценить толщину затвердевшего слоя из выражения

$$\delta_{\text{сл}} = \frac{\lambda(T_3 - T_{\text{вд}})}{K_{\text{дн}}(T_{\text{гр}} - T_{\text{вд}})}. \quad (8)$$

Таким образом, при известных коэффициентах теплопередачи для дна танкеров, полученных по результатам экспериментальных исследований и расчетных значений составляющих, входящих в правую часть выражений (1) и (2), можно определить толщину застывшего слоя, который является неизвестным в (1), (2). Численные значения теплопередачи, полученные из натуральных и физмоделльных экспериментов специалистами Японии, Англии, Голландии, СССР и России (Институт инженеров водного транспорта, Нижний Новгород и Астраханский рыбвтуз) находятся в диапазоне (1,57-3,54) Вт/(м²·град) соответствуют условиям остывания груза, а остальные значения при подогреве его. Следует иметь ввиду, что коэффициенты теплопередачи зависят от многих факторов, но в сильной степени от типа грузов и их теплофизических свойств (особенно вязкость), погодных условий, качки и др. Диапазон теплофизических свойств грузов (нефтепродуктов) в экспериментах упомянутых стран и авторов приведены в таблице 1.

В работах [2; 3] предложены зависимости для определения толщины затвердевшего слоя, полученные из математических моделей, описывающих процесс образования затвердевшего слоя. Ниже приводятся некоторые из зависимостей в окончательном виде без математических

моделей и промежуточных преобразований. Они позволяют производить оценку толщины затвердевшего груза и величину неоткачиваемого груза без учета качки судна. Условия качки могут быть учтены при использовании зависимостей (4) и (5). Так, в [2] предложена

$$\delta_{\text{сл}} = \beta \sqrt{\tau} \quad (9)$$

где τ – время;

β – коэффициент, характеризующий скорость продвижения зоны затвердевания и может быть вычислен по одной из нижеприведенных зависимостей

$$\beta = \sqrt{\frac{2\lambda_1}{\rho_1 L} (T_3 - T_{\text{вд}})}, \quad (10)$$

где λ_1 , ρ_1 – коэффициент теплопроводности и плотность твердой части груза;

$L = W\chi$ – скрытая теплота затвердевания груза;

W – масса парафина в единице массы груза;

χ – скрытая теплота затвердевания (плавления) парафина.

В (10) коэффициент не зависит от теплоемкости груза (твердого), а зависит от λ_1 , ρ_1 , L и разности температур ($T_3 - T_{\text{вд}}$). В следующей зависимости коэффициент β зависит от теплоемкости твердого топлива

$$\beta = \frac{\left[\frac{2\lambda_1}{\rho_1 L} (T_3 - T_{\text{вд}}) \right]^{0,5}}{\left[1 + \frac{C_1 \rho_1 (T_3 - T_{\text{вд}})}{2L\rho_2} \right]^{0,5}}. \quad (11)$$

В общем случае определение коэффициента β можно осуществить в критериальной форме

$$\frac{\exp(-K_\beta^2)}{\text{erf}K_\beta} + K_\varepsilon \left(\frac{T_{\text{ж}} - T_3}{T_3 - T_{\text{вд}}} \right) \frac{\exp(-K_a^{-1}K_\beta^2)}{\text{erf}K_a^{-0,5}K_\beta} = \sqrt{\pi} K_0 K_\beta, \quad (12)$$

где $K_\beta = \frac{\beta}{2\sqrt{a_1}}$ – критерий, характеризующий скорость распространения

зоны затвердевания в грузе по отношению к скорости охлаждения груза;

$K_\varepsilon = \sqrt{\frac{\lambda_2 C_2 \rho_2}{\lambda_1 C_1 \rho_1}}$ – критерий тепловой активности жидкого груза (индекс «1») по отношению к затвердевшей зоне (индекс «2»);

$K_a = \frac{a_2}{a_1}$ – отношение коэффициентов теплопроводности

жидкого груза к затвердевшему;

$K_o = \frac{L\rho_2}{C_1\rho_1(T_3 - T_{вд})}$ – критерий Коссовича.

Значения erf(z) вычисляется из интеграла вероятности

$$\text{erf}(z) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z e^{-t^2} dt \cdot \quad (13)$$

При программировании интеграл (18) вычисляется с достаточно высокой точностью при разложении в ряд [3]

$$\text{erf}(z) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n z^{2n+1}}{n!(2n+1)} \cdot \quad (14)$$

Таблица

Сравнительный анализ толщины затвердевшего слоя при использовании различных зависимостей в вычислениях

$\delta_{сл}, \text{ см}$	Зависимости	Примечания
2,2	формулы (1), (2)	использованы данные экспериментов г. Kurihara T.
2,1	формулы (1), (2)	использованы данные экспериментов г. Suhara I.
2,4	формулы (9), (10)	[2]
2,4	формулы (9), (11)	[2]
2,3	формулы (9), (12)	[2]
2,4	формула (8)	

Системами подогрева груза (СПГ) оборудовано большинство танкеров. СПГ могут различаться материалом греющих элементов (стальные, чугунные, из различных сплавов и цветных металлов); конструкцией (гладкие и оребренные различной формы, кожухотрубные, спирально-конические змеевики, горячеструйный подогрев, электрические нагреватели и др.); расположением (горизонтальные и вертикально-спиральные). В качестве теплоносителя в СПГ используют водяной пар, воду, масло, выхлопные газы ДВС, нефть и нефтепродукты. Большое распространение получила змеевиковая СПГ с использованием в качестве теплоносителя насыщенного пара. Паровая система наиболее проста по устройству и эксплуатации, ее некоторые недостатки частично устраняются применением антикоррозийных материалов, оптимизацией параметров поверхности нагрева змеевиков и режимов их эксплуатации (расход и начальные пара-

метры пара). Повышенная температура вспышки некоторых грузов (прямогонные мазуты – 135-237 град. Цельсия; крекинг-остатки – 18-243 град. Цельсия; гудроны – 300-350 град. Цельсия) обеспечивает применение высокотемпературных жидкостных теплоносителей.

Имеются разработки более эффективного использования горячеструйного способа подогрева, сущность которого заключается в подаче холодного нефтепродукта из танка в теплообменник для подогрева и последующей подачи в объем отсека с помощью горячей струи. Впервые струйный разогрев был предложен Л.К. Рамзиным в 1927 г. для размыва застывшего мазута при выгрузке из железнодорожных цистерн. В 1946-1950 гг. сотрудниками ОИИМФ (ОНМУ) на Одесском нефтеперерабатывающем заводе был внедрен метод струйного разогрева вязких нефтепродуктов и способ ускоренного определения содержания воды в нефтепродуктах.

Расходы на подогрев вязких грузов регламентируются следующими факторами. Относительный расход пара на подогрев растет с уменьшением дедвейта судна (суда небольших размеров имеют более высокую скорость охлаждения). Конструктивные особенности танкера (двойное дно и двойная обшивка корпуса в районе грузовых отсеков, покрытия внутренних бортовых поверхностей, выполнение грузовых трюмов с гладкими стенками с набором в междудонном и межбортовом пространстве) снижают затраты на компенсацию теплопотерь по сравнению с традиционным исполнением (одинарные борта и днище, отсутствие изоляционных покрытий). Определенное конструктивное исполнение СПГ способствует обеспечению сохранности груза и равномерному разогреву груза или наоборот. При выборе ГСП учитываются: рекомендации по выбору количества сопел и характеристик струйных насосов; влияние расположения сопел в горизонтальной плоскости на равномерность прогрева малоподвижного слоя нефтепродукта; высота размещения сопел над днищем; темп подогрева малой высоты налива нефтепродукта (2-3 м) и пр. Определено, что трубчатая система подогрева (ТСП) обеспечивает более равномерный прогрев малоподвижного слоя и уменьшает величину «мертвого» остатка по сравнению с ГСП. В ТСП должны учитываться: предельно-эффективная длина труб, расстояние между трубами (при значении от 0,3 до 1,5 м последнее не оказывает влияния на равномерность прогрева малоподвижного слоя груза). На судах с двойным днищем целесообразно для улучшения прогрева малоподвижного слоя нефтепродукта и уменьшения «мертвого» остатка размещать трубы подогревателя как можно ближе к днищу (вследствие значительного термического сопротивления воздушной прослойки двойного днища возрастание теплопотерь будет незначительным). Расход пара и его параметры на входе в ТСП могут привести к заполнению значительной части системы подогрева конденсатом или, наоборот, к выходу неотработанного пара из змеевика, что в целом повышает затраты на подогрев. На расходы оказывают влияние: физико-химические свойства груза (толщина застыв-

шого слоя груза, зависимость продолжительности предварительного разогрева от минимально и максимально допустимых температур для различных грузов); гидрометеорологические режимы района эксплуатации танкера (низкие температуры окружающей среды и штормовые условия требуют увеличения затрат, наличие инсоляции увеличивается испаряемость нефтепродукта); технологическая схема подогрева груза (одновременный или «шахматный» подогрев груза в отсеках; заполнение бортовых отсеков топливом с низкой температурой застывания, а центральных – высоковязким грузом с подогревом; циклический подогрев в некотором диапазоне температур; форсированный подогрев груза одной группы танков с увеличенной мощностью теплового потока и подогрев другой группы танков с пониженной мощностью источника теплоты и др.). Процесс подогрева вязких грузов представляет собой сложную задачу. Известно, что из-за повышения вязкости грузов резко снижается подача насосов. Текучесть грузов снижается, и ухудшаются условия откачки нефтепродуктов к приемникам насосов. Эти условия определяют необходимость подогрева вязких грузов. Из опыта эксплуатации танкеров известно, что при перекачивании топлива температура его должна быть не менее чем на 15-20 град. Цельсия выше температуры застывания.

Выводы

1. Предложена методика определения толщины затвердевшего слоя груза на танкерах при известных и расчетных коэффициентах теплопередачи.
2. При использовании зависимостей (9), (10), (11), (12) получены хорошие согласования с экспериментальными данными и погрешность составляла 7% -11%, что приемлемо для практики.
3. Методика может быть усовершенствована и упрощена после детального исследования влияния различных факторов на результаты расчетов.
4. Анализ информации о процессах разогрева вязких грузов позволяет производить обоснованный выбор вспомогательных СЭУ; рационально управлять загрузкой вспомогательных парогенераторов; находить оптимальные поверхности нагрева специальных систем; прогнозировать расход топлива для подогрева груза; обеспечивать требования экологии и др.
5. Накопленный опыт представляет определенную ценность, поскольку многие экспериментальные данные получены трудоемкими методами, требующими больших затрат.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Снопков В.И. Руководство по проведению сюрвейерских работ на транспорте. – СПб.: Мир и семья, 2003. – 656 с.*
2. *Мошнянский А.А., Мошнянский А.Ф. Модель затвердевания груза у донной части танкеров (задача Стефана) // Зб. наук. праць: Методи та засоби управління розвитком транспортних систем. – Вип. 14. – Одеса: ОНМУ, 2008. – С. 221-229.*
3. *Мошнянский А.А., Мошнянский А.Ф., Мулько В.И. К вопросу оценки количества остатков на танкерах // Проблемы техники: Научно-производческий журнал. – Одеса: Диол-Принт. – 2007. – Вип.1 – С. 49-55.*

Стаття надійшла до редакції 23.11.2016

Рецензенти:

доктор технічних наук, професор кафедри «Суднові енергетичні установки та технічна експлуатація флоту» Одеського національного морського університету **В.Г. Івановський**

доктор технічних наук, професор кафедри «Судноремонт» Одеського національного морського університету **А.В. Шахов**

УДК 656.61

О.І. Лапкін

**ВИЗНАЧЕННЯ ВАРІАНТУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СУДЕН
ОБМЕЖЕНИХ РАЙОНІВ ПЛАВАННЯ В РЕГІОНІ ЧОРНОГО
ТА СЕРЕДЗЕМНОГО МОРІВ**

Розглянуто умови експлуатації суден обмежених районів плавання в регіоні Чорного та Середземного морів та запропоновано методичні положення з обґрунтування ефективних варіантів їх використання.

Ключові слова: морські перевезення вантажів, костери, судна «ріка-море», тайм-чартерний еквівалент.

Рассмотрены условия эксплуатации судов ограниченных районов плавания в регионе Черного и Средиземного морей и предложены методические положения по обоснованию эффективных вариантов их использования.

Ключевые слова: морские перевозки грузов, костеры, суда «река-море», тайм-чартерный эквивалент.

There are reviewed the operating conditions for short sea vessels in the region of Black and Mediterranean seas and the methodical base for effective voyages definition is worked out.

Keywords: sea transportations of cargoes, coasters, sea-river vessels, time charter equivalent.

Постановка проблеми. Транспортне значення Чорного моря є вельми значним для економіки держав, омиваних цим водоймищем. З українських портів Чорного моря традиційно вивозяться метали, мінеральні добрива, ліс, пиломатеріали, зерно та ін. Основні обсяги ввезення в Чорноморські порти України припадають на споживчі товари, продукти харчування, ряд сировинних товарів.

Характеристика вантажопотоків регіону, для досягнення її повноти, включає також складову, яка забезпечується річковим транспортом. По річці Дон, що впадає в Азовське море, проходить річковий водний шлях, що з'єднує Чорне море з Каспійським морем (через Волго-Донський судноплавний канал і Волгу), з Балтійським морем і Білим морем (через Волго-Балтійський водний шлях і Біломорсько-Балтійський канал).

Сумарна довжина всіх європейських внутрішніх водних шляхів складає близько 80 тис. км, з них: шляхів регіонального значення – майже 55 тис. км, міжнародного значення – 25 тис. км [1]. Основними транспортними артеріями загальноєвропейської мережі внутрішніх водних шляхів вважаються наступні:

- Коридор Північ-Південь пов'язує нижню течію Рейну з Північною Францією, далі – на Марсель через Луару і Рону;
- Рейнський коридор – покриває всі притоки Рейну і канали в Західній Німеччині, країнах Бенілюксу, Східної Франції і Швейцарії;
- Коридор Схід-Захід включає канал, який з'єднує Рейн і Ельбу, а також притоки Ельби, Одери та Вісли;
- Коридор Південь-Схід включає притоки Дунаю між Баварією та Чорним морем, а також канал Майн-Дунай.

Всі ці коридори з'єднані між собою. Коридор Північ-Південь пов'язаний з Рейнським в нижній течії по останньому. Рейнський коридор з'єднаний з коридором Південь-Схід за допомогою каналу Майн-Дунай і з коридором Схід-Захід – через німецьку систему каналів. Невеликі річки і канали виконують важливу функцію фідерних для головних водних шляхів, допомагаючи зробити систему дистрибуції більш розгалуженою.

Відповідно до структури вантажопотоків та географії водних шляхів регіону суттєву частину вантажних перевезень охоплюють судна обмежених районів плавання – костери та судна змішаного «ріка-море» плавання, які обслуговують вантажопотоки зерна, металу, лісових вантажів, мінеральних добрив, будівельних матеріалів, солі в країнах Чорного та Середземного морів.

Огляд останніх досліджень і публікацій з проблеми. Згідно з [2] вагому частину світового торгового флоту становлять судна дедвейтом менше 5000 т. Вони, як правило, здійснюють перевезення між морськими, гирловими і річковими портами. Значна частина таких суден має обмеження районів плавання, сезонів, віддаленості від місця притулку, умов хвилювання та вітру, тобто відноситься до суден обмежених районів плавання. Наявність подібних обмежень дає певну перевагу. За рахунок обґрунтованого зниження вимог до загальної та місцевої міцності, до морехідних якостей корпусів, номенклатури та параметрів суднового устаткування, потужності головних двигунів, знижується будівельна вартість і збільшується вантажопідйомність при фіксованих прохідних осадках, оскільки зменшується маса порожнього судна і зростає коефіцієнт загальної повноти. Слід зазначити, що в силу того, що дані судна призначені для експлуатації в обмежених районах плавання, їх використання ефективно саме в закритих басейнах.

Питанням розгляду умов та обґрунтування ефективних варіантів використання суден обмежених районів плавання в регіоні Чорного та Середземного морів в останні роки були присвячені роботи [3-6]. Відмічено, що до типових кістерів часів радянського торговельного флоту можуть бути віднесені судна типів «Кишинів», «В. Шукшин», «Повенець», «Агафонов», а також судно сучасного типу «Буг».

Флот змішаного плавання наприкінці минулого століття в основному складався з теплоходів суховантажів наступних типів: «Балтійський» (проект 781, проект 781-Э) вантажопідйомністю 2000 т, «Волго-Балт» (проект 791 та 2-95) вантажопідйомністю 3000 т, «Сормовській»

(проект 1557) вантажопідйомністю 3000 т, «Ладога» і «Морський» (проект 1810) вантажопідйомністю 1400-1700 т. Також використовувалися спеціалізовані судна-нафторудовози, основною перевагою яких була можливість завантаження в обох напрямках і зведення тим самим до мінімуму порожніх пробігів флоту. У теперішній час продовжують використовуватися судна типів «Сормовський», «Волзький», «Сибірський» [7].

Важливою експлуатаційно-економічною характеристикою суден обмежених районів плавання є сфера їх раціонального застосування. Зіставлення техніко-економічних показників при перевезеннях вантажів в річковій і морській кореспонденції суднами змішаного плавання і морськими суднами на тих же напрямках показує, що на відносно коротких маршрутах у суден змішаного «ріка-море» плавання, в порівнянні з морськими, економічні показники є кращими [8. С.24]. Разом з тим, оскільки у суден змішаного «ріка-море» плавання вищий запас міцності, їх вартість і експлуатаційні витрати вищі, ніж у суден внутрішнього плавання.

На сьогоднішній день існує близько 20 типів суден змішаного «ріка-море» плавання, які експлуатуються в регіоні Чорного, Азовського, Середземного морів, а також в Балтійському, Каспійському та Північному морях. Останніми роками відбувається розвиток змішаних «ріка-море» перевезень в деякі європейські країни такі як Туреччина, Греція, Франція, Болгарія, Румунія та ін. Також відбувається зростання кількості заходів суден змішаного «ріка-море» плавання в порти р. Дунай, розширилася географія перевезень у зв'язку з будівництвом суден змішаного «ріка-море» плавання нового покоління. Наприклад, в Україні програма розвитку ТОВ «Нибулон» передбачає будівництво 35 суден типу «Волго-Дон макс» загальним дедвейтом більш 200 тис. т [9]. Виконуються дослідження з проектування нових типів подібних суден [10].

Але, на даний момент не можна сказати, що активність морських перевезень в регіоні знаходиться на належному рівні, а обсяги перевезень по внутрішнім водним шляхам в 2014 р. склали 4,3 млн. т – лише 7 % у порівнянні з 90-ми роками [11].

Це знайшло віддзеркалення в наступних чинниках:

- діє помітно виражене конкурентне середовище, причому конкуренція виявляється як між судноплавними компаніями, так і з підприємствами суміжних видів транспорту;
- в умовах конкурентного середовища судноплавні компанії вимушені приділяти більшу увагу вивченню інтересів і запитів споживачів транспортних послуг;
- підвищилися вимоги споживачів до якості транспортних послуг;
- попит на послуги судноплавних компаній став еластичним і багато в чому залежить від пропонованих ними споживачам умов (тарифів, термінів доставки, ритмічності перевезень і т. ін.). Тому параметри системи організації роботи флоту зрештою впливають не тільки на собівартість перевезень, але і на об'єми перевезень і доходи перевізників;

• нестабільність економіки країни, фінансової системи, господарських зв'язків, цін на всі види ресурсів, і, в першу чергу, на паливо, часті зміни тарифної політики залізничного транспорту привели до виникнення відповідної нестабільності вантажної бази.

У цих умовах надзвичайно важливим стає підвищення конкурентоспроможності флоту на ринку транспортних послуг. Ця проблема є актуальною для кожної судноплавної компанії. Зростання конкурентоспроможності судноплавних компаній може бути досягнуте тільки на основі підвищення ефективності використання транспортних суден і поліпшення якості перевезень.

Завданням дослідження є методичні положення з обґрунтування ефективного варіанту експлуатації суден обмежених районів плавання в регіоні Чорного та Середземного морів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Чорноморсько-Азовський і Середземноморський басейни є закритими басейнами з глибоководними морськими (Іллічівськ, Констанца, Новоросійськ, Одеса, Южний) і мілководними портами, розташованими на річках Дніпро, Дон, Дунай. Частка перевезень, які проходять через порти України на країні цих басейнів, багато в чому залежить від прохідної осадки в портах. Чим менше прохідна осадка в порту, тим більша частка вантажопотоку припадає на країни цього регіону. Забезпечення перевезень вантажів внутрішньої торгівлі між Україною і країнами даного регіону в морському сполученні та в сполученні «ріка-море» визначає необхідність використання як морських суден з обмеженими районами плавання, так і суден «ріка-море».

Сучасні костери і судна «ріка-море» – складні інженерні споруди, в яких зосереджений багатовіковий досвід суднобудівників, помножений на такий же тривалий досвід мореплавців. Їх зусиллями знаходилися оптимальні рішення, що дозволяють сучасним суднам успішно протистояти морським небезпекам – штормам, туманам, іншій негоді, плаванню в небезпечних місцях. На флоті зазвичай застосовувалися якнайкращі технічні досягнення свого часу. Тому й зараз костери та судна «ріка-море» являють собою свого роду концентрат передової техніки, об'єднаної мінімальним простором.

До суден обмеженого морського плавання по традиційній класифікації відносять судна, призначені для плавання в порівняно обмежених морських просторах в межах, як правило, одного моря, з полегшеними навігаційними умовами. Вимоги до міцності корпусу і до морехідних якостей зазвичай декілька знижені в порівнянні з суднами необмеженого морського плавання. Для таких суден встановлюється менша висота надводного борту. Знижені технічні вимоги, що пред'являються до суден цієї групи, дозволяють підвищити їх економічність, але в той же час не дають можливості використовувати їх за межами районів, для яких вони в основному призначені. У складі даної класифікаційної групи особливе місце посідають судна, іменовані костерами [12].

Переваги й недоліки експлуатації костерів у порівнянні із суднами «ріка-море» у регіоні Чорного, Азовського та Середземного морів полягають у наступному:

- костери мають більш тривалий експлуатаційний період протягом року, а також розширений район плавання;

- у розглянутому регіоні експлуатація костерів можлива по найкоротшому переходу, одночасно витримуючи норми максимального видалення від берега;

- судна «ріка-море» виконують заходи в річкові порти з малою прохідною осадкою

Вантажопотоками, перевезення яких забезпечують вказані типи суден в басейнах, що розглядаються, є, перш за все, зернові вантажі, а також металопродукція (включаючи металобрухт), лісові вантажі (колоди), хімічні добрива, сірка, вугілля. Кожна партія відправок вантажів, що представляються до перевезення, зазвичай коливається від 2,0 до 10,0 тис. т. Основними напрямками перевезень є: порти Болгарії, Грузії, Росії, Румунії, України – на порти Туреччини, Італії, Ізраїлю, Єгипту, Алжиру. При цьому істотна частина вантажопотоків з портів України доводиться на річкові порти Дунаю і Дніпра, де прохідна осадка дозволяє заходити суднам дедвейтом лише до 3,5 тис. т. До того ж, на вітчизняному ринку історично склалася кратність партії вантажу, відповідно до ваги товару, який транспортується одним залізничним составом кількістю у 50-52 вагона. Виходячи з цього, велика частка суден змішаного плавання «ріка-море» має вантажопідйомність близько 3 тис. т, що дозволяє транспортувати масові вантажі із річкових портів регіону до портів Європи та Середземного моря без перехідного зберігання на складах і, відповідно, без додаткових витрат на перевантаження і зберігання [2].

Кожне судно, як засіб виробництва, може призвести той чи інший вид транспортної продукції. Один і той же вантаж може перевозитися на різних напрямках, на одному напрямку можуть перевозитися різні вантажі чи застосовуватися різні технології навантаження-розвантаження, вантажопідйомність та (або) вантажомісткість можуть бути використані в різному ступені. Однак, відмінності видів транспортної продукції можливі лише в деяких межах, що визначаються спеціалізацією і тоннажною групою судна. Природно, що витрати судновласника, також як і його дохід, при різних перевезеннях будуть різні. Втім має бути забезпечений певний рівень ефективності використання судна. Показником, що оцінює цей рівень, може служити фінансове відображення ступеня використання потенційних можливостей судна при перевезенні, що здійснюється. У такому випадку ефективний варіант використання судна означає, що при будь-якому з можливих перевезень, тобто при виробництві будь-якого з можливих видів продукції, судно отримує однаковий добовий дохід за вирахуванням змінної частини рейсових витрат у розрахунку на суднодобу, тобто показник тайм-чартерного еквівалента (ТЧЕ) [13; 14].

Як відомо, ставки оренди при тайм-чартерному фрахтуванні не залежать від виду вантажу і конкретних портів обумовлених районів навантаження і вивантаження. Іншими словами, ставки оренди в певному сенсі не залежать від конкретного виду транспортної продукції, яку виробляє судно.

В загальному вигляді послідовність розрахунку ТЧЕ представлена на рис.1.

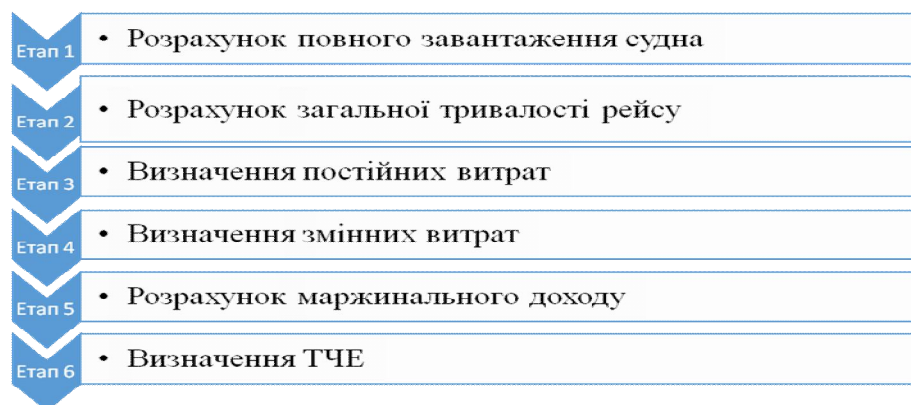


Рис. 1. Послідовність розрахунку ТЧЕ

Базуючись на даних про рід вантажів, кореспонденцію вантажопотоку та особливості портів з боку існуючих обмежень на прохідну осадку, виконується попередній відбір наявних суден для виконання перевезення та їх закріплення за схемами руху. Вихідні дані для розрахунків можуть бути представлені у табл. 1.

Таблиця 1

Вихідні дані для розрахунків

Номер з/п	Порт навантаження	Порт розвантаження	Відстань, миль	Вантаж	ПНО, куб.м./т	Відстань з вантажем, миль	Відстань у баласті, миль
-----------	-------------------	--------------------	----------------	--------	---------------	---------------------------	--------------------------

На першому етапі розраховується повне завантаження судна з відомого співвідношення

$$Q = \begin{cases} D_q, & \text{якщо } u \leq \varpi \\ W/u, & \text{якщо } u > \varpi \end{cases}, \quad (1)$$

де Q – розрахункове завантаження судна, т;

D_q – чиста вантажопідйомність судна, т;

W – вантажомісткість судна, м³;

ϖ – питома вантажомісткість судна, м³/т;

u – питомий навантажувальний об'єм вантажу (ПНО), м³/т.

На другому етапі визначається загальна тривалість рейсу (t_p), яка складається з тривалості часу на ходу (t_x) та на стоянці (t_{cm}).

На третьому етапі розраховуються постійні витрати на утримання судна. Складовими цих витрат є: заробітна плата екіпажу судна; витрати на харчування екіпажу; витрати, пов'язані зі зносом малоцінного та швидкопсувного інвентаря; вартість навігаційних матеріалів; адміністративно-управлінські витрати; витрати на поточний ремонт; амортизаційні відрахування.

На четвертому етапі виконується розрахунок змінних витрат ($R_{зм}$), основними складовими яких є витрати на паливо-мастильні матеріали, збори за обслуговування суден в портах та за проходження каналів.

На п'ятому етапі виконується розрахунок маржинального доходу (\tilde{D}) судна за рейс

$$\tilde{D} = F - R_{зм}, \quad (2)$$

де F – величина фрахту за рейс, дол.

На останньому етапі розраховується показник тайм-чартерного еквівалента за формулою

$$ТЧЕ = (F - R_{зм}) / t_p, \quad (3)$$

де ТЧЕ – показник тайм-чартерного еквівалента за рейс, дол. / добу.

Проміжні результати розрахунків зручно представляти в таблицях (табл.2, 3).

Таблиця 2

Експлуатаційні показники роботи судна

Найменування показника	Умове позначення	Од. виміру	Назва судна			
			схема (j)			
			1	2	...	J
Тривалість ходового часу за рейс	t_x	діб				
Тривалість стоянкового часу за рейс	t_{cm}	діб				
Загальна тривалість рейсу	t_p	діб				
Розрахункова кількість вантажу	Q	т				

Таблиця 3

Економічні показники роботи судна

Найменування показника	Умовне позначення	Одиниці виміру	Назва судна			
			схема (j)			
			1	2	...	J
Величина фрахту	F	дол.				
Витрати на бункер	$R_{\text{бунк}}$	дол.				
Портові збори	$R_{\text{П.З.}}$	дол.				
Канальні збори	$R_{\text{кан}}$	дол.				
Розмір комісії	$R_{\text{ком}}$	дол.				
Змінні витрати за рейс	$R_{\text{зм}}$	дол.				
Маржинальний дохід за рейс	\tilde{D}	дол.				
Тайм-чартерний еквівалент	$TЧЕ$	дол./добу				

На основі розрахованих значень ТЧЕ за рейс визначається найбільш прибутковий для судновласника варіант використання судна на перевезення вантажів за схемою, для якої отримане найбільше значення ТЧЕ.

У тому випадку, коли судновласник приймає рішення щодо відфрахтування судна в тайм-чартер, виконується розрахунок показника середньозваженого тайм-чартерного еквіваленту за формулою

$$\overline{TЧЕ} = \frac{\sum_{j=1}^j TЧЕ_j}{\sum_{j=1}^j t_{p_j}} \quad (4)$$

На рис.2 наведено результати розрахункового прикладу та порівняльна діаграма відношення ТЧЕ судна типу «Сормовський» до ТЧЕ судна типу «Лена». Результати розрахунку середньозваженого показника $\overline{TЧЕ}$ для даного прикладу дані в табл. 4.

В останній період на фрахтовому ринку все частіше з'являються гравці нового типу – крупні операторські компанії, які вже значний час працюють на тому чи іншому сегменті ринку (перевезення навалочних вантажів суднами – балкерами; проектних вантажів – багатопільовими суднами та т. ін.) та напружували суттєві зв'язки з фрахтувальниками у вигляді контрактів на обслуговування певних вантажопотоків.

Таблиця 4

Середньозважене значення тайм-чартерного еквіваленту, дол./добу

Рейс	Тип судна	
	«Сормовський»	«Лена»
Іллічівськ-Хайфа	2467,71	2237,88
Одеса-Барселона	2459,38	2206,03
Южний-Пирей	3917,65	3665,61
Маріуполь-Алжир	2310,45	2046,65
Середнє значення	2647,26	2394,89

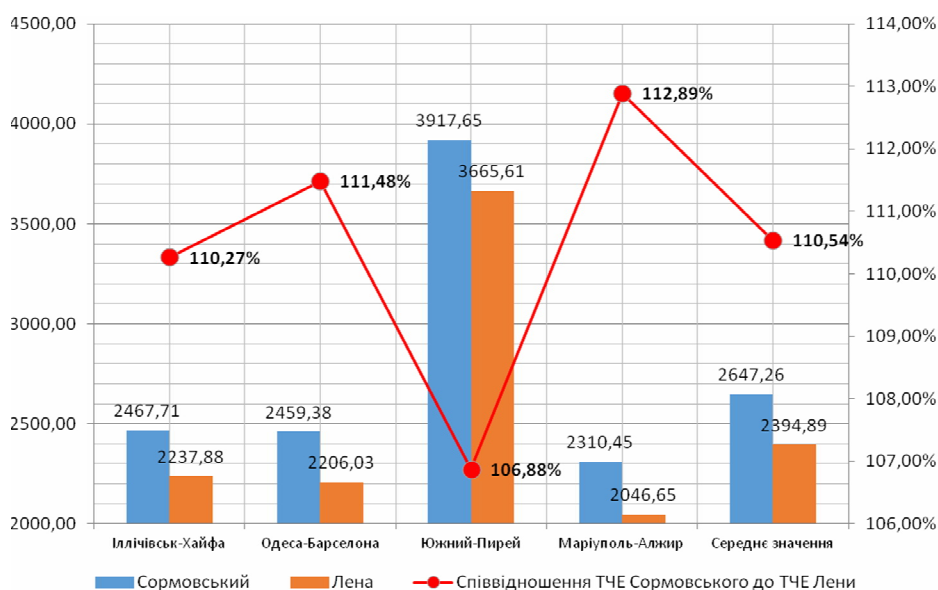


Рис. 2. Порівняльна діаграма ТЧЕ для суден двох типів

Розглянемо стратегії судновласника та операторської компанії при заключенні тайм-чартеру на ринку суден обмежених районів плавання. Слід відмітити, що цілі судновласника та тайм-чартерного оператора є діаметрально протилежними.

Отже, стратегія судновласника зводиться до вирішення питання, чи самому відфрахтувати судна на рейс або віддавати судна операторським компаніям на умовах оренди в тайм-чартер. При цьому судновласнику доцільно здавати судна у тайм-чартер тільки якщо виконується співвідношення

$$F_{\text{т-ч.с.}}^{\text{доб}} \geq r_{\text{пост}}^{\text{доб}} + \Delta_{\text{с}}^{\text{доб}}, \quad (5)$$

де $F_{\text{Т-ч.с.}}^{\text{доб}}$ – визначена тайм-чартерна ставка з боку судновласника, дол./добу;

$r_{\text{пост}}^{\text{доб}}$ – постійні добові витрати судна, дол./добу;

$\Delta_{\text{с}}^{\text{доб}}$ – плановий добовий прибуток судновласника, дол./добу.

Стратегія фрахтувальника полягає у призначенні такого розміру тайм-чартерної ставки, за яким він, зі свого боку, заінтересований взяти у тайм-чартер судно у судноплавній компанії. Для фрахтувальника розмір вигідної тайм-чартерної ставки визначається залежністю

$$F_{\text{Т-ч.с.}}^{\text{доб}} \leq \overline{\text{ГЧЕ}} - \Delta_{\text{ф}}^{\text{доб}}, \quad (6)$$

де $\Delta_{\text{ф}}^{\text{доб}}$ – прибуток від експлуатації судна на добу з урахуванням витрат на менеджмент, дол./добу.

Визначення розміру рівноважної тайм-чартерної ставки виконується за наступним правилом:

$$F_{\text{Т-ч.с.}}^{\text{доб}} \leq F_{\text{с.ф.}} \leq F_{\text{Т-ч.ф.}}^{\text{доб}}, \quad (7)$$

де $F_{\text{с.ф.}}$ – розмір тайм-чартерної ставки, що задовольняє як судновласника, так і фрахтувальника, дол./добу.

Далі можна визначити розмір економічного ефекту для судновласника по кожному судну на період перевезень, який потрібен фрахтувальнику, використовуючи формулу

$$E = (F_{\text{с.ф.}} - r_{\text{пост}}^{\text{доб}}) \cdot \sum t_{\text{р}}, \quad (8)$$

де $\sum t_{\text{р}}$ – тривалість рейсів за експлуатаційний період, діб.

$$\sum t_{\text{р}} = N_{\text{р}} \cdot t_{\text{р}}, \quad (9)$$

де $N_{\text{р}}$ – кількість рейсів за експлуатаційний період.

$$N_{\text{р}} = \frac{T_{\text{е}}}{t_{\text{р}}}, \quad (10)$$

де $T_{\text{е}}$ – експлуатаційний період, діб.

Висновки. Після розрахунку середньозваженого значення тайм-чартерного еквіваленту для усіх схем, на яких задіяні судна, що розглядаються, судовласником робиться висновок про найприбутковіше судно. Якщо середньозважений показник тайм-чартерного еквівалента більше або дорівнює ринковому показнику ($\overline{TЧЕ} \geq TЧЕ_{ринк}$), експлуатація судна на напрямках, що розглядаються, є ефективною.

Якщо вирішується питання задачі судна фрахтувальнику на умовах тайм-чартеру, значення показника ТЧЕ розраховується за кожною можливою схемою роботи. Найбільш ефективним напрямком є той, на якому досягається максимальне значення ТЧЕ. За цим напрямком визначається рівноважна фрахтова ставка для обох зацікавлених сторін (судовласника та фрахтувальника). Отримане значення фрахтової ставки є одним з вирішальних елементів для оформлення договору тайм-чартеру на визначений період часу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Морозова И.В. Перспективы украинского флота в перевозках по внутренним водным путям Европы / И.В. Морозова, Л.П. Суворова. – Одесса: ОНМУ, 2005. – 192 с.
2. Егоров Г.В. Коастеры и суда смешанного плавания нового поколения. – Одесса: Судостроение и судоремонт, 2007. – 81 с.
3. Лапкин А.И. Значение судов-костеров для развития торгового флота Украины // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: Зб. наук. праць. – Одеса: ОНМУ, 2007. – Вип. 12. – С. 148-157.
4. Лапкіна І.О. Аналіз змін тайм-чартерного еквівалента на ринку костерного тоннажу в Чорноморському регіоні / І.О. Лапкіна, А.О. Нікульшина // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: Зб. наук. праць. – Одеса: ОНМУ, 2012. – Вип. № 19 (1). – С.140-153.
5. Нікульшина А.О. Аналіз ринку морських перевезень суднами обмежених районів плавання. // Вісник СХУ ім. В. Даля: Науковий журнал. – Луганськ: Вид-во СХУ ім. Даля, 2013. – Вип. № 5 (194). – Ч. 1. – С.146-154.
6. Нікульшина А.О. Проблеми використання суден-костерів та «ріка-море» у Чорноморсько-Середземноморському регіоні // 66 професорсько-викладацька наук.-техн. конференція / Тези доповідей. – Одеса: ОНМУ, 2013. – С.47-48.
7. Скичко Ю. Перевозка грузов по Днепру // Порты Украины. – 2015. – № 5(137). – С. 30-31.

8. Бучин Е.Д. Организация коммерческой работы при перевозках грузов в судах смешанного плавания / Е.Д. Бучин, Е.Ф. Завитаев, В.Ф. Митин. – М.: Транспорт, 1985. – 199 с.
9. Муравский А. Как крупная аграрная компания строит собственный флот // Порты Украины. – 2015. – № 6(148). – С.14-16.
10. Егоров Г.В. Предпосылки создания и концепты нового поколения сухогрузных судов смешанного река-море плавания для Украины / Г.В.Егоров, С.Н. Баскаков, А.Г. Егоров, И.Н. Бойко, В.А. Нильва / Вісник Одеського національного морського університету. – Одеса: ОНМУ, 2012. – № 35. – С. 12-44.
11. Лысенко А. Днепру необходим статус реки со свободным судоходством. Неотложные шаги к реформе внутренних водных путей Украины в партнерстве с ЕС // Порты Украины. – 2014. – № 2(144). – С.12.
12. Branch A.E. *Elements of Shipping: Sixth edition.* – London, New York: Chapman and Hall, 1989. – 484 p.
13. Лапкин А.И. Организация и управление работой флота последовательными рейсами. – Одесса: ОГМУ, 2000. – 200 с.
14. Лапкин А.И. Морские тарифы, фрахты и сборы: Учебн. пособие / А.И. Лапкин, А.В. Бондарь, М.А. Ветошникова, Е.С. Арабаджи. – Одесса: ОНМУ, 2010. – 111 с.

Стаття надійшла до редакції 10.12.2015

Рецензенти:

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Морські перевезення» Одеського національного морського університету
О.Г. Шибасв

доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри «Комерційне забезпечення транспортних процесів» Одеського національного морського університету
С.П. Онищенко

УДК 65.011.46:656.614.32

А.Г. Шibaев, Д.О. Вишнеvский

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛИНЕЙНОГО СЕРВИСА
УНИВЕРСАЛЬНЫХ СУДОВ ДЛЯ ГРУЗОВЛАДЕЛЬЦА И СУДОВЛАДЕЛЬЦА**

В статье обосновываются условия эффективности линейного сервиса универсального судна на базе компромисса интересов – судовладельца и грузовладельца. Представленный подход основан на ценовой конкуренции линейных сервисов универсальных судов и судов-контейнеровозов. Границы конкурентоспособных тарифов линейного сервиса рассматриваются не локально (на морском участке), а с учетом всей системы доставки грузов.

Ключевые слова: линейный сервис, универсальное судно, тариф, система доставки, эффективность.

У статті обґрунтовуються умови ефективності лінійного сервісу універсального судна на базі компромісу інтересів – судовласника і вантажовласника. Представлений підхід заснований на ціновій конкуренції лінійних сервісів універсальних суден і суден-контейнеровозів. Межі конкурентоспроможних тарифів лінійного сервісу розглядаються не локально (на морській ділянці), а з урахуванням всієї системи доставки вантажів.

Ключові слова: лінійний сервіс, універсальне судно, тариф, система доставки, ефективність.

Conditions of efficiency universal vessel linear service are substantiated on the base of compromise of interests – the ship owner and the cargo owner. The presented approach is based on the price competition of universal vessel and container ships linear service. The boundaries of competitive tariffs linear service are considered not locally (on the sea area), but with according the whole delivery system.

Keywords: linear services, universal ship, tariff, delivery system, efficiency.

Введение. Несмотря на развитие контейнеризации морских перевозок, специализация производства на международном уровне порождает *проектные грузы*, в большинстве случаев не подлежащие контейнеризации. Также высокий уровень ценовой конкуренции в рамках глобализации рынков заставляет производителей и продавцов обеспечивать снижение доли транспортных затрат в конечной цене товара, что также во многих случаях *требует отказа от контейнеризации*.

© Шibaев А.Г., Вишнеvский Д.О., 2015

При этом наблюдается повышение спроса на поставки навалочных, насыпных и наливных грузов небольшими партиями. Все это обуславливает необходимость использования универсальных судов в рамках регулярных морских сообщений.

Основные *преимущества для грузовладельцев* при использовании *услуг линейного сервиса универсальных судов*:

- возможность значительного варьирования размером партии груза;
- возможность морской перевозки негабаритных грузов;
- отсутствие необходимости решения вопросов, связанных с контейнеризацией груза (аренда контейнера, возврат порожнего контейнера, штафировка и т.п.);
- возможность отправки груза в порты, которые не специализируются на перевалке грузов в контейнерах;
- возможность отправки груза в портопункты без надлежащей перегрузочной техники, благодаря наличию на судах собственного перегрузочного оборудования;
- возможность экономии на транспортных затратах, связанных с контейнеризацией груза;
- возможность отправки груза в контейнере в порт, который не обслуживается линейными контейнерными перевозчиками.

Анализ литературы и выделение нерешенной части проблемы.

Организация работы судов в линейном секторе судоходства предполагает решение целого комплекса задач – формирования схем работы судов, обоснования состава флота, расстановки судов по схемам, составления расписания и т.п. Данной проблеме уделялось достаточное внимание специалистами морской транспортной отрасли ([1-5]).

Как показал критический анализ публикаций – практически все современные научные исследования линейного сектора судоходства посвящены контейнерным перевозкам (например, [6]) и, в большинстве своем, не могут быть использованы для решения комплекса задач, связанных с работой универсальных судов в данном секторе. Исследования советского периода, когда универсальные суда составляли значительный сегмент в структуре морского торгового флота, ориентированы на плановую экономику и требуют развития и переработки для рыночных условий.

Кроме того, один из центральных вопросов при организации судоходной линии – тарифная политика. Несмотря на то, что ценообразованию в судоходстве уделяли внимание многие исследователи (например, Раховецкий Н.А. [7], Лапкин А.И. [8; 9], Жихарева В.В. [10]), тем не менее, их работы базировались в основном на себестоимости продукции морского транспорта, исследовались пути ее снижения (например, за счет пониженных скоростей, как у Раховецкого Н.А. [7]).

В современных условиях, когда логистический подход к доставке грузов является базовым и предполагает интегральное рассмотрение издержек по доставке грузов на всем пути их прохождения, тарифная политика транспортных предприятий должна рассматриваться также в данном контексте. Поэтому считаем, что вопросы проектирования тарифов линейной судоходной линии должны быть исследованы с позиции современного – логистического подхода.

Проектирование альтернативных вариантов доставки генеральных грузов с использованием линейных сервисов. *Предпосылками* организация линии на определенном направлении с универсальными судами или включения универсальных судов в ротацию в рамках существующих линейных маршрутов, могут быть следующие:

1) структура грузопотоков включает в себя множество мелких партий различных видов генеральных грузов («брейк-балк»);

2) существует устойчивый грузопоток генерального или массового груза, но партионность не обеспечивает судовую партию даже для судов относительно небольшого тоннажа. Таким образом, линия может быть ориентирована на небольшие партии навалочных грузов и «догружаться» попутным брейк-балком;

3) формируется устойчивый грузопоток «проектных грузов», но объемы их перевозок недостаточны для использования судов только для перевозки данных грузов. В этом случае судно с «проектным грузом» также «догружается» брейк-балком.

В некоторых случаях грузовладелец априори должен использовать универсальное судно в силу специфики груза (например, негабаритные грузы), в отдельных ситуациях грузовладелец имеет возможность выбора. Таким образом, с точки зрения технологии перевозки, возможны следующие альтернативные варианты систем доставки генерального груза (пример для варианта экспорта на условиях CIF) (рис. 1).



Рис. 1. Альтернативные варианты системы доставки генерального груза с точки зрения технологии

Помимо альтернативы с точки зрения *транспортно-технологического процесса*, в распоряжении грузовладельца возможность варьирования *альтернативными портами перевалки*, что обуславливает множество альтернативных схем доставки груза.

Интегрированное рассмотрение *технологических и географических альтернатив* позволяет сформировать следующие возможные варианты доставки генеральных грузов (рис. 2).

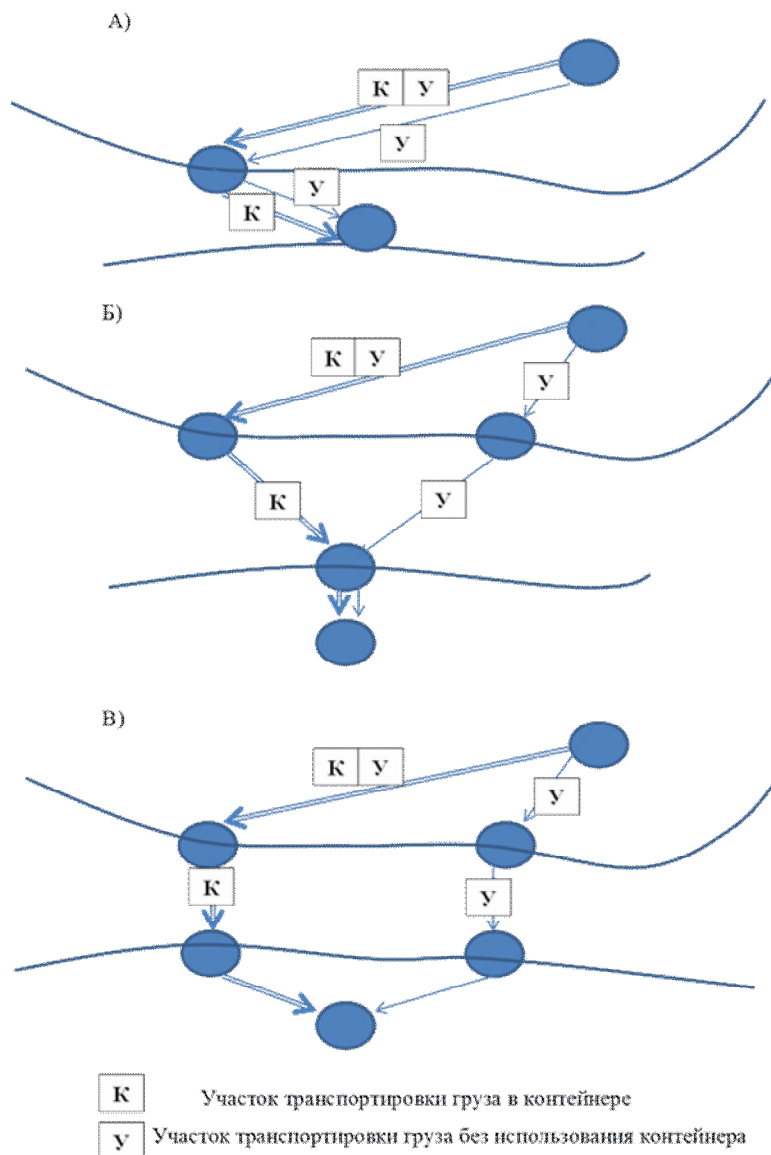


Рис. 2. Ситуации с альтернативными вариантами доставки груза с /без использования контейнера и линейного контейнерного сервиса

Анализируя указанные альтернативные варианты доставки *с позиции судовладельца универсального судна*, отметим, что работа универсального судна в рамках линейного сервиса может осуществляться:

- в условиях «жесткой» конкуренции по отношению к контейнеро-возам – в ситуации, когда порты захода совпадают (рис. 2, А);

- в ситуации, когда порты отправления или назначения отличаются от контейнерных линейных сервисов (рис. 2, Б, В). В этом случае сервис универсального судна, может быть более привлекательным для многих грузовладельцев благодаря экономии на наземной составляющей в общей структуре затрат.

Определение условий эффективности использования линейного сервиса универсальных судов для грузовладельца. Несмотря на то, что тенденции последних десятилетий в транспортной сфере определяют отношение к расходам, как только к одной из составляющих *системы критериев выбора лучшего варианта доставки* (время, надежность, качество и т.п.), тем не менее, текущая экономическая ситуация во многих случаях в качестве главного критерия определяет суммарные затраты. Поэтому конкурентоспособные тарифы линейных универсальных судов должны обеспечивать *меньшие суммарные затраты грузовладельца по транспортировке партии груза в сравнении с вариантом использования контейнерного линейного сервиса*.

Идентифицируем условия, при которых грузовладельцам целесообразно использовать линейные сервисы универсальных судов, что служит основой для формирования впоследствии их конкурентоспособных тарифов. Отметим, что решение данного вопроса требует *интегрального рассмотрения* всей системы доставки грузов, так как ценовое преимущество перевозчика на морском участке доставки может не обеспечивать такого уровня суммарных затрат грузовладельца, при котором для него вариант транспортировки с участием универсального судна становится экономически привлекательным.

Проанализируем всю цепочку затрат, связанных с партией груза q .

Суммарные затраты грузовладельца при доставке генеральных грузов без контейнеризации

$$R = R_1^{трансп} + R_1^{ППР} + R_1^{xp} + R^{МП} + R_1^{np} + R_2^{трансп} + R_2^{ППР} + R_2^{xp} + R_2^{np}, \quad (1)$$

где $R_{1(2)}^{трансп}(q, u, L)$ – расходы на транспортировку партии груза q (т) в порт (из порта);

u – удельно-погрузочный объем груза;

L – расстояние перевозки;

$R_{1(2)}^{ППР}(u, q)$ – расходы на погрузо-разгрузочные работы в портах,

которые зависят от размера грузовой партии q (речь идет о скидках,

которые могут предоставляться для партий большого объема), однако, для незначительных по размерам Q , $R_{1(2)}^{PPP}(u)$;

$R_{1(2)}^{xp}(q, t^{xp})$ – затраты на хранение партии груза Q в порту в течение

временного промежутка t^{xp} (среднестатистическая величина);

$R^{np}(q)$ – прочие затраты, связанные с процессом транспортировки партии груза Q – оформление таможенных документов, страхование, экспедирование и т.п.;

$R^{МП}(q, u, L^{МП})$ – стоимость морской перевозки;

$L^{МП}$ – расстояние морской перевозки.

Отметим, что (1) учитывает все затраты связанные с доставкой груза. Однако, в зависимости от базиса поставки, состав (1) может быть изменен. Например, для варианта экспорта на условиях CIF, (1) примет вид

$$R = R_1^{трансп} + R_1^{PPP} + R_1^{xp} + R^{МП} + R_1^{np}. \quad (1^*)$$

Не ограничивая общности, будем считать, что при выборе между доставкой груза с использованием контейнера или без, речь идет о партиях Q относительно небольшого размера, меньше судовой партии даже для судов незначительного дедвейта. Так как в противном случае указанная проблема выбора, как правило, не рассматривается.

При доставке груза с использованием контейнеров, расходы аналогичны, но добавляются дополнительные расходы, связанные со штафировкой/расштафировкой контейнера. Плата за использование контейнера включена в стоимость морской перевозки, как и стоимость пломбирования контейнера, поэтому

$$R^{конт} = R_1^{к,трансп} + R_1^{к,PPP} + R_1^{к,xp} + R^{к,МП} + R_1^{к,np} + R_2^{к,трансп} + R_2^{к,PPP} + R_2^{к,xp} + R_2^{к,np} + R_1^{к,стаф} + R_2^{к,стаф}. \quad (2)$$

Для варианта продажи на условиях CIF, транспортные затраты экспортера составят

$$R^{конт} = R_1^{к,трансп} + R_1^{к,PPP} + R_1^{к,xp} + R^{к,МП} + R_1^{к,np} + R_1^{к,стаф}. \quad (2^*)$$

Естественно, что коммерчески привлекательным для грузовладельца будет вариант доставки генерального груза без использования контейнера при условии

$$\Delta R = R^{конт} - R > 0. \quad (3)$$

Для варианта продажи на условиях CIF

$$\Delta R = (R_1^{\kappa, \text{трансп}} - R_1^{\text{трансп}}) + (R_1^{\kappa, \text{ПРР}} - R_1^{\text{ПРР}}) + (R_1^{\kappa, \text{xp}} - R_1^{\text{xp}}) + (R_1^{\kappa, \text{МП}} - R_1^{\text{МП}}) + R_1^{\kappa, \text{стаф}} + (R_1^{\kappa, \text{np}} - R_1^{\text{np}}) \quad (4)$$

Согласно существующим условиям на рынке транспортных услуг, расходы на таможенное оформление и экспедирование практически не зависят от того – обслуживается груз в контейнере, или нет, (например, оформление таможенной декларации осуществляется на партию товара вне зависимости от количества контейнеров, в которых доставляется эта партия), потому справедливо

$$(R_1^{\kappa, \text{np}} - R_1^{\text{np}}) = 0. \quad (5)$$

Полагая, что во всех портах установлен срок бесплатного хранения, то приняв, что t_1^{xp} соответствует данному условию, получаем

$$R_1^{\kappa, \text{xp}} = R_1^{\text{xp}} = 0. \quad (6)$$

Таким образом,

$$\Delta R = (R_1^{\kappa, \text{трансп}} - R_1^{\text{трансп}}) + (R_1^{\kappa, \text{ПРР}} - R_1^{\text{ПРР}}) + (R_1^{\kappa, \text{МП}} - R_1^{\text{МП}}) + R_1^{\kappa, \text{стаф}} \quad (7)$$

Расходы на ПРР в порту определяются за 1 т для генеральных грузов не в контейнерах и за 1 TEU для грузов контейнерах. Таким образом,

$$R_1^{\kappa, \text{ПРР}} = K \cdot f^{\kappa, \text{ПРР}}, \quad (8)$$

где K – количество контейнеров, которое определяется как

$$K = \left\lceil \frac{q \cdot u}{W} \right\rceil, \quad (9)$$

W – вместимость контейнера, а расходы на ПРР за 1 контейнер равны $f^{\kappa, \text{ПРР}}$ – тарифная ставка на ПРР для контейнеров.

В свою очередь, для генеральных грузов не в контейнерах

$$R_1^{\text{ПРР}} = f^{\text{ПРР}}(u) \cdot q.$$

Стоимость морской перевозки контейнера определяется тарифом линии f^{κ} и надбавками Δf^{κ} , связанными с условиями перевозки, спецификой груза, портов захода, маршрута следования. Таким образом,

$$R^{\kappa,МП} = K \cdot (f^{\kappa}(L^{МП}) + \Delta f^{\kappa}).$$

Для универсальных судов, работающих в рамках линейной формы судоходства, тарифы устанавливаются, как правило, за 1 т груза, но с учетом удельно-погрузочного объема (так называемые, классные тарифы). То есть фактически тариф рассчитывается, исходя из использования грузопоместности судна, и далее, для различных категорий груза (с точки зрения УПО) определяются тарифы за 1 т для выделенных классов грузов. Таким образом, можно считать, что

$$R^{МП} = (f^y(u, L^{МП}) + \Delta f^y(u)) \cdot q = (f_{\text{м}^3}^y(L^{МП}, W^c) + \Delta f_{\text{м}^3}^y) \cdot u \cdot q, \quad (10)$$

где $f^y(u, W^c)$, $\Delta f^y(u)$ – соответственно, тариф и надбавка за 1 т для морской перевозки универсальным судном для заданной тарифной группы груза (исходя из удельно-погрузочного объема);

W^c – грузопоместимость судна;

$f_{\text{м}^3}^y(L^{МП}, W^c)$, $\Delta f_{\text{м}^3}^y$ – соответственно, тариф и надбавка за 1 м³ для морской перевозки универсальным судном.

В итоге,

$$R_1^{\kappa, \text{трансп}} = K \cdot f^{\kappa, \text{жд}}(u, L)$$

или

$$R_1^{\kappa, \text{трансп}} = K \cdot f^{\kappa, a}(u) \cdot L, \quad (11)$$

где $f^{\kappa, \text{жд}}$, $f^{\kappa, a}$, соответственно, тариф железной дороги и автоперевозчика, отнесенный к контейнеру.

При доставке груза в порт неконтейнеризованного груза, справедливо следующее:

$$R_1^{\text{трансп}} = K^e \cdot f^{\text{жд}}(u, L)$$

или

$$R_1^{\text{трансп}} = K^a \cdot f^a(u) \cdot L, \quad (12)$$

где K^e и K^a , соответственно, количество отправляемых вагонов и количество автомобильных отправок.

$$K^e = \left\lceil \frac{q \cdot u}{W^e} \right\rceil, K^a = \left\lceil \frac{q \cdot u}{W^a} \right\rceil, \quad (13)$$

где W^e и W^a – грузопоместности универсальных вагонов и автомобилей.

Как выше было отмечено, расходы на наземную транспортировку, зависят от удельно-погрузочного объема груза, который определяет загрузку автомобиля, контейнера, железнодорожного вагона. А, как известно, стоимости данных перевозок, как правило, устанавливаются в целом (для вагона, контейнера, автомобиля, хотя и с учетом загрузки).

Отметим, что в дальнейших рассуждениях расстояние наземной перевозки принимается среднестатистическое для рассматриваемой категории грузов.

С учетом приведенных зависимостей, а также используя $R_1^{\kappa, \text{стаф}} = K \cdot f^{\text{стаф}}(u)$, (7) преобразуется в следующее выражение:

$$\Delta R = (K \cdot f^{\kappa, \text{жд}}(u, L) - K^a \cdot f^{\text{жд}}(u, L)) + (K \cdot f^{\kappa, \text{ППР}} - f^{\text{ППР}}(u) \cdot q) + (K \cdot (f^{\kappa}(L^{\text{МП}}) + \Delta f^{\kappa}) - (f_{\text{м}}^{\text{у}}(L^{\text{МП}}, W^c) + \Delta f_{\text{м}}^{\text{у}}) \cdot u \cdot q) + K \cdot f^{\text{стаф}}(u) \quad (14)$$

Для определения конкурентоспособных тарифов линейных универсальных судов, можно использовать выражение (15), которое получено из (14) (для упрощения не учитываются надбавки к тарифам)

$$f_{\text{м}}^{\text{у}}(L^{\text{МП}}) \cdot u \cdot q < K \cdot f^{\kappa, \text{жд}}(u, L) - K^a \cdot f^{\text{жд}}(u, L) + (K \cdot f^{\kappa, \text{ППР}} - f^{\text{ППР}}(u) \cdot q) + K \cdot (f^{\kappa}(L^{\text{МП}}) + K \cdot f^{\text{стаф}}(u)) \quad (15)$$

Также в (15) выражение $f_{\text{м}}^{\text{у}}(L^{\text{МП}})$ не учитывает рассматриваемую ранее характеристику судна – W^c . Естественно, что тариф зависит от размера судна, который влияет на себестоимость. Но верхняя граница конкурентоспособного тарифа предусматривает интересы грузовладельца, который не имеет никакого отношения к судну, чьи характеристики грузовладельцу безразличны, что и нашло отражение в правой части (15).

Условие (15) определяет *границу конкурентоспособных тарифов линейных универсальных судов*. Отметим, что (15) справедливо для тех ситуаций, когда груз доставляется в порт уже в контейнере (например, сегодня это актуально для лесоматериалов).

Для ситуации, когда груз стаффируется в порту, то есть доставляется в порт, например, в универсальных вагонах по железной дороге, то область формирования конкурентоспособного тарифа сужается до разницы в ППР, стаффировки, и тарифа контейнерной линии

$$f_{\text{м}}^{\text{у}}(L^{\text{МП}}) \cdot u \cdot q < (K \cdot f^{\kappa, \text{ППР}} - f^{\text{ППР}}(u) \cdot q) + K \cdot (f^{\kappa}(L^{\text{МП}}) + K \cdot f^{\text{стаф}}(u)) \quad (16)$$

Естественно, что на универсальном судне генеральный груз может также перевозиться в контейнерах. В этой ситуации аналогично в качестве основного конкурентного преимущества универсального судна выступает стоимость перевозки, и для определения границы конкурентоспособных тарифов можно также воспользоваться (15) или (16) в пересчете на контейнер.

Формирование предпосылок параметров эффективности линейного сервиса для судовладельца. Учет интересов грузовладельцев позволяет установить верхние границы конкурентоспособных тарифов, что было сделано выше. Тем не менее, судовладелец также должен четко устанавливать границы эффективной работы универсальных судов в рамках линейного сервиса с точки зрения своего коммерческого интереса.

Таким образом, интересы судовладельца определяют нижнюю границу тарифов

$$S_{\text{м}^3}^y(L^{\text{МП}}, W^c) \cdot (1 + I_{\text{П}}^{\text{мин}}) \leq f_{\text{м}^3}^{\text{тариф}}(L^{\text{МП}}, W^c) \leq f_{\text{м}^3}^y(L^{\text{МП}}), \quad (17)$$

где $S_{\text{м}^3}^y(L^{\text{МП}}, W^c)$ – себестоимость морской перевозки между заданными портами (в заданном регионе);

$I_{\text{П}}^{\text{мин}}$ – минимально допустимая норма прибыли судовладельца;

$f_{\text{м}^3}^{\text{тариф}}(L^{\text{МП}}, W^c)$ – принимаемый тариф, отнесенный к единице грузовместимости.

Таким образом, пары (15) и (17) или (16) и (17) определяют диапазон возможных значений тарифов универсального судна: (15) или (16) задают верхнюю границу конкурентоспособных тарифов, (17) – нижнюю. На базе (17) судовладелец может осуществить корректировку портов захода и размера судна (что устанавливается на этапе предварительных решений по линейному сервису универсального судна на базе результатов анализа рынка и прогнозирования грузопотоков).

Для корректировки предварительных решений по портам захода и размеру судна следует определить характер поведения $S_{\text{м}^3}^y(L^{\text{МП}}, W^c)$. Как известно, себестоимость морской перевозки, определяется, прежде всего, размером тоннажа и расстоянием. В качестве количественной меры размера тоннажа в технико-эксплуатационных и экономических расчетах обычно используют дедвейт, грузоподъемность или, как в данном случае, грузовместимость (указанные характеристики взаимосвязаны для судов заданной специализации, характер взаимосвязи представлен, например, в [7]).

В специальной литературе можно найти различные варианты выражения себестоимости морской перевозки, с учетом специфики решаемой задачи, представим выражение себестоимости в следующем виде (отнесенное к 1 м³ грузовместимости):

$$S_{\text{м}^3}^y(L^{\text{МП}}, W^c) = \frac{R}{W^c} = \frac{R^{\text{норм}}(W^c) \cdot (t_x + t_{\text{см}})}{W^c} + \frac{R_{\text{эксн}}^{\text{неп+х}}(W^c) \cdot t_x + R_{\text{эксн}}^{\text{неп+см}}(W^c) \cdot t_{\text{см}} + R_{\text{норм}}^{\text{неп}}(W^c)}{W^c}, \quad (18)$$

где R – расходы судна за рейс;

$R^{\text{норм}}(W^c)$ – суточный норматив постоянных затрат;

$R_{\text{експ}}^{\text{неp+x}}(W^c)$ – суточный норматив переменных затрат на ходу (топливо, вода);

$R_{\text{експ}}^{\text{неp+cm}}(W^c)$ – суточный норматив переменных затрат на стоянке;

$R_{\text{норм}}^{\text{неp}}(W^c)$ – портовые сборы;

t_x, t_{cm} – соответственно, ходовое и стояночное время.

В [7; 11] приводились теоретические виды зависимостей различных видов затрат по судну от размера тоннажа и дальности морской перевозки. В [7] в качестве аналитического вида зависимостей постоянных и переменных затрат по судну от дедвейта предлагается использовать линейные функции; в [11] указывается на нелинейный характер данной взаимосвязи.

Для простоты изложения будем придерживаться [7], и, полагая $t_x = \frac{L^{МП}}{\bar{V}}$, где \bar{V} – средняя эксплуатационная скорость, а $t_{cm} = \text{const}$ и не зависит от размера судна для заданного множества портов (что справедливо, с учетом, того, что в контексте данной проблемы не рассматриваются в качестве альтернатив суда, которые значительно отличаются по размеру).

С учетом того, что дедвейт, грузоподъемность и грузовместимость для судов заданной специализации линейно взаимосвязаны [12], то упомянутые закономерности справедливы и для грузовместимости.

Суммарная величина портовых сборов описывается степенной функцией от размера тоннажа (что было установлено в [7]), поэтому

$$R_{\text{норм}}^{\text{неp}} = r \cdot (W^c)^\alpha, 0 < \alpha < 1, \quad (19)$$

где $r = \text{const}$ для заданной совокупности портов захода.

С учетом вышеизложенного, получим следующее выражение себестоимости:

$$S_{\text{м}^3}^y(L^{МП}, W^c) = \frac{(a_0 + a_1 W^c) \cdot \left(\frac{L^{МП}}{\bar{V}} + t_{cm}\right)}{W^c} + \frac{(b_0 + b_1 W^c) \cdot \frac{L^{МП}}{\bar{V}} + (c_0 + c_1 W^c) \cdot t_{cm} + r \cdot (W^c)^\alpha}{W^c}, \quad (20)$$

где $a_0, a_1, b_0, b_1, c_0, c_1$ – коэффициенты зависимостей нормативов постоянных и переменных затрат по судну от грузовместимости.

Проведя несложные преобразования – приведение подобных и переобозначения выражений из коэффициентов $a_0, a_1, b_0, b_1, c_0, c_1$ и зна-

чения средней эксплуатационной скорости \bar{V} (которую полагаем примерно одинаковую в рамках данной задачи для судов рассматриваемого дедевного диапазона) в числовые коэффициенты d_0, d_1, d_2 , получаем

$$S_{\text{м}^3}^y(L^{\text{МП}}, W^c) = \frac{d_0 \cdot t_{\text{см}} \cdot L^{\text{МП}}}{W^c} + d_1 \cdot L^{\text{МП}} + d_2 \cdot t_{\text{см}} + r \cdot (W^c)^{\alpha-1}. \quad (21)$$

На рис. 3 изображен график, соответствующий (21) для расчетных данных.

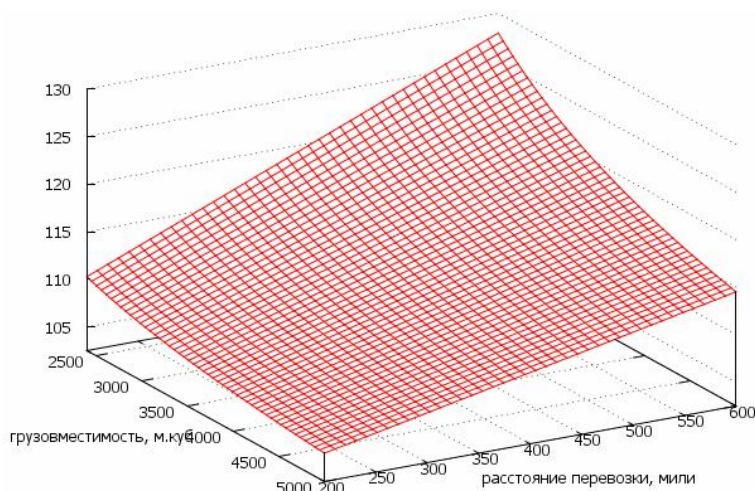


Рис. 3. Зависимость себестоимости от расстояния перевозки и грузоподъемности судна

Для заданного множества портов можно считать $L^{\text{МП}}, t_{\text{см}} = \text{const}$, поэтому (21) преобразуется в

$$S_{\text{м}^3}^y(W^c) = \frac{g_0}{W^c} + A + r \cdot (W^c)^{\alpha-1}, \quad (22)$$

где

$$A = d_1 \cdot L^{\text{МП}} + d_2 \cdot t_{\text{см}} \cdot g_0 = d_0 \cdot t_{\text{см}}.$$

Линии уровня, соответствующие заданному расстоянию перевозки позволяют выполнить графический анализ границ конкурентоспособного тарифа на заданном расстоянии перевозок. Рис. 4 иллюстрирует принципиальный вид зависимости себестоимости от размера судна для различных значений расстояния перевозки, а также формирование области возможных значений тарифа с учетом верхней допустимой границы (17) для заданного маршрута L1 (условный пример).

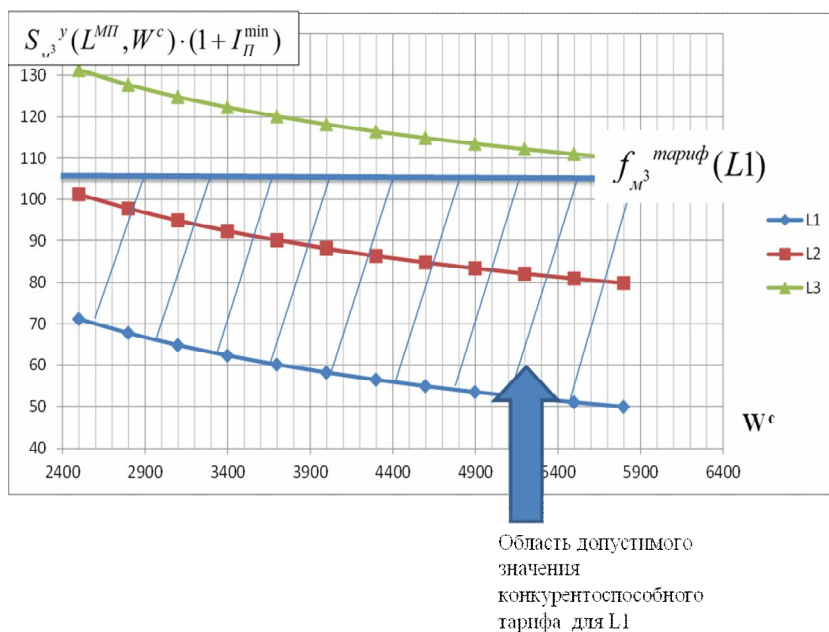


Рис. 4. Область допустимих значень тарифа для судовладельця

Отметим, что на себестоимость морской перевозки влияет не только расстояние, а и порты захода. Поэтому подобный анализ необходимо проводить для всех альтернативных вариантов маршрутов.

Естественно, чем больше тоннаж, тем меньше себестоимость морской перевозки, но возможные значения W^c ограничиваются спецификой портов захода и трассы следования. Кроме того, прогнозируемый спрос также определяет верхнюю и нижнюю границы размера тоннажа

$$W^{\text{мін}} \leq W^c \leq W^{\text{макс}}. \quad (23)$$

Таким образом, в пределах (23) определяются компромиссные значения размера судна, маршрута и допустимого тарифа.

Следует обратить внимание на тот факт, что проведенные выше рассуждения учитывали полное использование грузоподъемности судна, то есть рассматривалась его работа в условиях высокого уровня спроса. Однако, сегодняшняя ситуация на рынке морских перевозок демонстрирует периодическое отсутствие стабильности грузовой базы, поэтому окончательное принятие решения о маршруте и судне должно осуществляться с учетом варианта неполной загрузки судна.

Поэтому расчет себестоимости следует проводить для вариантов неполного использования грузовместимости

$$S_{,м^3}^y(L^{МП}, W^c) = \frac{R}{k \cdot W^c}, \quad (24)$$

где $0 \leq k \leq 1$ – доля коммерчески востребованной грузовместимости судна (на базе анализа практики судоходного бизнеса можно принимать $k = 0,5 \div 0,8$).

На рис. 5 показан пример (для расчетных данных) зависимости себестоимости от грузовместимости и коэффициента использования грузовместимости. Наложение плоскости, соответствующей уровню границы конкурентоспособного тарифа, на указанную поверхность позволяет «отсечь» допустимые границы грузовместимости с учетом риска потери части грузовой базы.

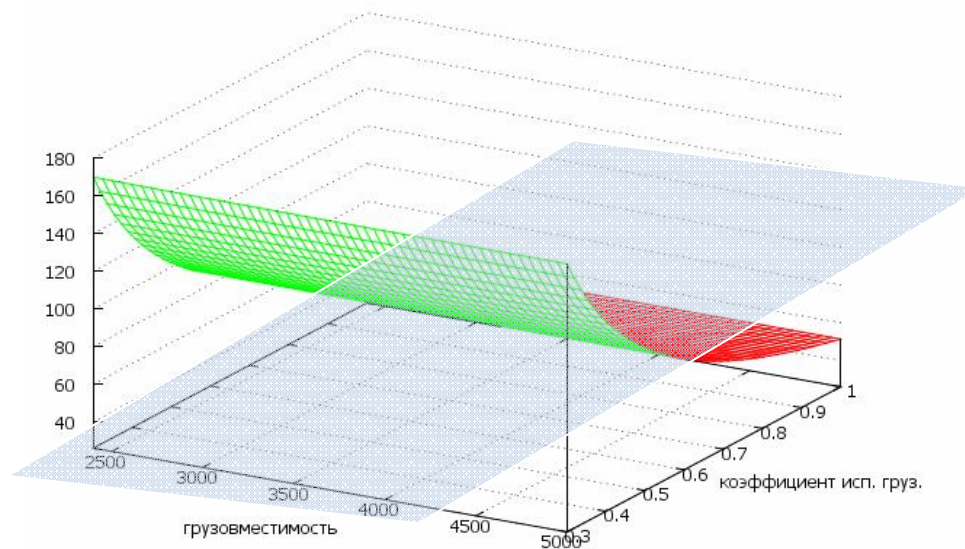


Рис. 5. Зависимость себестоимости морской перевозки от грузовместимости и коэффициента использования грузовместимости

Таким образом, зная основные центры зарождения грузопотоков, составляющих грузовую базу универсального судна, а также их номенклатуру, ценовую политику и сервисы контейнерных перевозчиков, можно откорректировать предварительные решения по судну и маршруту его работы (с учетом ценовых факторов), а также определить граничные значения конкурентоспособных тарифов.

Выводы. Представленный подход к формированию тарифов универсального судна базируется на учете коммерческих особенностей доставки грузов с использованием различных транспортных технологий (в контейнере, без использования контейнера) и ориентирован на ценовую конкуренцию с контейнерными перевозчиками не локально – на участке морской перевозки, а в системе технологических операций всего транспортного процесса. То есть в соответствии с системным подходом, учитывается вся цепочка затрат грузовладельца, что наиболее адекватно отражает реальную рыночную ситуацию.

Таким образом, конкуренция между контейнерными линейными сервисами и линейными сервисами универсальных судов рассмотрена на более высоком уровне – как конкуренция между системами доставки грузов, которые учитывают и схемы доставки, и технологию транспортировки.

Варьирование грузоместимостью судна и маршрутом (портами захода) позволяет проанализировать динамику себестоимости и сравнить ее с границей конкурентоспособного тарифа. При этом себестоимость откорректирована с учетом риска потери части грузовой базы, а коммерческие интересы судовладельца и грузовладельца рассмотрены интегрировано, что позволяет формировать область компромиссных решений по маршруту, размеру судна и тарифам.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Панарин П.Я. Организация работы линейного флота. – М.: Транспорт, 1980. – 192 с.
2. Панарин П.Я. Развитие международного линейного судоходства: Учебник. – Одесса, 1975. – 156 с.
3. Шибяев А.Г. Обобщение и развитие моделей оптимальной расстановки флота морской судоходной компании // Вісник Одеського державного морського університету. – Одеса: ОДМУ, Астропринт, 1998. – № 2. – С. 66-72.
4. Лапкина И.А. Моделирование принятия решений в управлении работой флота судоходной компании: Монография. – Одесса: ОГМУ, 1996. – 203 с.
5. Лапкин А.И. Эксплуатационно-экономическое обоснование судов в проекте организации работы флота на направлении // Вісник Одеського національного морського університету: Зб. наук. праць. – Вип. 9. – Одеса: ОНМУ, 2002. – С. 89-99.
6. Кириллов Ю.І. Організація та управління роботою суден в контейнерній транспортно-технологічній системі: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01 / Ю. І. Кириллов; Одес. нац. мор. ун-т. – Одеса, 2013. – 24 с.

7. Раховецкий А.Н. Теоретические основы оперативной деятельности на морском транспорте: Диссертация на соискание учен. степ. докт. эконом. наук. – М.: ЦНИИМФ, 1996. – 313 с.
8. Лапкин А.И. Формирование ставок и тарифов при различных формах судоходства. // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: Зб. наук. праць. – Вип. 6. – Одеса: ОНМУ, 2003. – С. 160-169.
9. Лапкин А.И. Разработка тарифов для работы флота последовательными рейсами на направлении // Проблемы інформатизації та управління: Зб. наук. праць. – Вип. 8. – К.: НАУ, 2003. – С. 102-108.
10. Жихарева В.В. Теория и практика инвестиционной деятельности судоходных компаний: Монография. – Одесса: ІПРЕЕДНАН, 2010. – 480 с.
11. Онищенко С.П. Моделирование процессов организации и функционирования системы маркетинга морских транспортных предприятий. – Одесса: Феникс, 2009. – 328 с.
12. Бронников А.В. Морские транспортные суда: основы проектирования. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Судостроение, 1984. – 352 с.

Стаття надійшла до редакції 10.12.2015

Рецензент – доктор економічних наук, доцент, завідувач кафедри «Комерційне забезпечення транспортних процесів» Одеського національного морського університету **С.П. Онищенко**

УДК 656. 612. 088

И.М. Петров

**ОБОСНОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ
ДОЛЖНОСТИ МОРСКОГО АГЕНТА КАК ОПЕРАТОРА
СЕРВИСНОЙ ЭРГАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**

В работе разработана и предложена методика формирования функциональной модели должности морского агента. Обобщены и систематизированы стандарты подготовки, обоснована их иерархия, определены целевые, базовые и обеспечивающие функции морского агента, формирующие основу функциональной модели должности.

Из построенных диаграмм функций могут быть намечены практические подходы по их совершенствованию.

Ключевые слова: морской агент, сервисная эргатическая система, оператор, функциональная модель должности; форма судоходства; дерево функций; функциональная декомпозиция; контекстная диаграмма.

У роботі розроблена і запропонована методика формування функціональної моделі посади морського агента. Узагальнені і систематизовані стандарти підготовки, обґрунтована їх ієрархія, визначені цільові, базові і такі, що забезпечують функції морського агента, що формують основу функціональної моделі посади. З побудованих діаграм функцій можуть бути намічені практичні підходи по їх вдосконаленню.

Ключові слова: морський агент, сервісна ергатична система, оператор, функціональна модель посади; форма судноплавства; дерево функцій; функціональна декомпозиція; контекстна діаграма.

In work the technique of forming of functional model of a position of the sea agent is developed and offered. Standards of preparation are generalized and systematized, their hierarchy is proved, the criterion, basic and providing functions of the sea agent creating a basis of functional model of a position are defined.

From the constructed diagrams of functions practical approaches on their improvement can be planned.

Keywords: sea agent, service ergatic system, operator, functional model of a position; shipping form; tree of functions; functional decomposition; context diagram.

Постановка проблемы в общем виде и её связь с важными научными или практическими задачами. Повышение роли управления человеческими ресурсами требует учета уровня профессионализма и компетентности служащих при определении соответствия их занимаемым

должностям, выявления слабо выраженных или недостаточно развитых качеств, решения вопросов аттестации, карьерного продвижения, переподготовки. Применяемый в настоящее время анкетный подход не обеспечивает необходимого уровня идентификации функций должности со свойствами и качествами самого работника.

Упомянутые обстоятельства потребовали создания адекватных моделей должностей служащих, отражающих все профессионально необходимые характеристики специалиста, с возможностью их формализации для использования в современных эргатических системах. Учитывая, что такие модели, как правило, являются вербальными и отличаются слабой структурированностью, значительной долей нечеткости, неопределенности и субъективности [1], разработка их связана с определенными трудностями.

Эти обстоятельства обусловили изменения в подходах к оценке деятельности специалистов, занятых в сервисном сегменте на морском транспорте. Ведущей фигурой в нем является морской агент, как «представитель и помощник судовладельца, выступающий от его имени и за его счет в соответствии с полномочиями, основанными на законе или договоре, во всех делах судовладельца коммерческого и административного характера, которые связаны с морской перевозкой грузов или пассажиров» [2]. В свою очередь, агент является элементом сервисной эргатической системы (СЭС), ее оператором. Для обеспечения качественного и эффективного функционирования таких систем должны быть разработаны и учтены требования к обучению, отбору, расстановке и деятельности морских агентов как операторов СЭС. Эти требования должны максимально соответствовать функциональной модели, которая является важнейшим элементом подготовки морского агента. Вышесказанное подтверждает актуальность исследования.

Анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. На сегодняшний день в научной литературе сформировались различные подходы к исследованию проблем управления персоналом и принятия кадровых решений.

Так, отличительные черты должностей служащих государственных организаций и профессиональные требования к ним разработаны и проанализированы в трудах В.Д. Граждана, В.Г. Игнатова, И.П. Литвинова, В.М. Манохина, А.И. Турчинова, В.А. Окулесского, Ю.В. Тельнова, А.В. Кострова, Н.М. Авдикеева и других исследователей. В них рассмотрены профессиональные знания и умения, профессионально важные и личностные качества, физиологические параметры, другие факторы, влияющие на уровень исполнения специалистами своих должностных функций

Попытки обосновать функциональные модели различных должностей в народном хозяйстве и силовых структурах предприняты в работах В.А. Шевченко, Э.И. Вилкаса, А.А. Дворникова, Е.С. Майминакса,

Л. Заде, Б.Г. Литвака, А.М. Норвича и других. В трудах М.М. Тихомирова, А.В. Петрова предложены уже системные подходы к разработке автоматизированной системы поддержки кадровых решений.

В то же время все указанные работы объектом исследования имеют государственные предприятия с занятыми на них специалистами. В проанализированных литературных источниках еще не рассматривались вопросы построения функциональных моделей должностей специалистов сервисной сферы, особенно компаний, принадлежащих к частному сектору экономики, сложности принятия кадровых решений в них, не рассматривались сервисные эргатические системы и место в них операторов, тем более относящихся к морехозяйственному комплексу. Все это предопределило выбор разрабатываемой темы и цели исследования.

Формулирование целей статьи (постановка задачи). Цель исследования: разработать теоретическое обоснование функциональной модели должности морского агента как оператора сервисной эргатической системы, создать модель этой должности на основе подхода, который может быть квалифицирован как системно-функциональный.

Объектом исследования выступает сервисная эргатическая система профессиональной деятельности морского агента.

Предметом исследования является разработка структурно-функциональной модели должности морского агента.

Изложение материала исследования с обоснованием полученных научных результатов.

На первом этапе исследования с позиций системного подхода был проведен анализ составляющих, участвующих в подготовке морского агента, как элемента сервисных эргатических систем. При этом были выделены следующие элементы: личностные характеристики обучаемого; собственно подготовка (обучение); функциональная модель морского агента.

Первая составляющая – это личностные характеристики обучаемых, требования к которым образуют систему профессионально важных качеств агента (ПВКА).

В основу системы подготовки положен опыт, накопленный в результате работы специализации «Морские перевозки, фрахтование и агентирование судов», действующей на судоводительском факультете НУ «ОМА» с 2002 г. Был проведен анализ профессиональных требований, регламентируемых существующими стандартами подготовки морских агентов. Их иерархия представлена на рис. 1.

Прежде всего, функциональная модель морского агента должна давать ответ на вопрос: к чему и на каком уровне необходимо готовить кандидата, претендующего на должность агента. Для этого вначале определим и уточним сферу его профессиональной деятельности (рис. 2).

Соответственно сегментам сферы профессиональной деятельности определим целевую, базовые и обеспечивающие функции морского агента, формирующие основу функциональной модели должности.



Рис. 1. Иерархия стандартов подготовки морских агентов



Рис. 2. Сфера профессиональной деятельности морского агента

Целевой функцией должности морского агента F_u является агентирование судна на всех этапах агентского обслуживания. При этом под агентированием понимается обеспечение функционирования сервисной эргатической системы (СЭС) – от удовлетворения заявок экипажа до организации проведения грузовых операций.

Базовые функции определяют основные направления деятельности морского агента, связанные с агентированием конкретного судна.

Таковыми функциями являются:

F_{61} – агентирование судна во время его стоянки у причала / на рейде;

F_{62} – подготовительные и заключительные операции, связанные с агентированием судна.

Обеспечивающие (дополнительные) функции морского агента определяют направления деятельности, необходимые для успешного выполнения базовых функций. При этом эти функции идентичны для поддержания базовых функций, но различны по их роли [3]. Как правило, они разнесены по времени. Весь процесс агентского обслуживания судна можно разбить на следующие этапы: подготовительный; приход судна в порт; стоянка под грузовыми/пассажирскими и вспомогательными операциями; отход в рейс; завершающий этап (рис. 3).

Круг обязанностей морского агента, широта его полномочий, и, соответственно, выполняемые функции зависит от формы судоходства, которое он обслуживает. Обоснование этому можно найти в работах И.А. Лапкиной и А.И. Лапкина, например, в [4; 5]. В своем анализе мы также разграничивали рассматриваемые функции морского агента при трамповой и линейной его формах, а также при работе судов последовательными рейсами.

Базовые функции морского агента опираются на обеспечивающие (дополнительные) функции. Дерево функций (целевой, базовых и обеспечивающих) должности морского агента приведено на рис. 4.

В свою очередь, обеспечивающие (дополнительные) функции третьего уровня иерархии также могут быть представлены в виде дерева функций морского агента. Так, функция «Организация снабжения» является целевой.

Базовыми функциями этого направления являются:

- «Организация снабжения продовольствием и техимуществом»;
- «Организация снабжения водой и бункеровки топливом».

Например, для базовой функции «Организация снабжения продовольствием и техимуществом» обеспечивающими (дополнительными) функциями будут такие:

- маркетинговые исследования фирм – снабженцев (шипчандлеров);
- ознакомление с фирменными прайс-листами и их анализ;
- договоренность о вознаграждении агента как промоутера конкретного шипчандлера и о величине агентской комиссии;



Рис. 3. Этапы агентского обслуживания судна



Рис. 4. Дерево функций морского агента

- проверка наличия Грузовой таможенной декларации и оповещение таможни;
- содействие шипчандлеру в организации доставки и погрузки снабжения на судно;
- получение агентом вознаграждения от шипчандлера за посредничество;
- оформление ваучеров и, если нужно, внесение понесенных расходов в дисбурсментский счет;
- другие функции.

По аналогии разрабатывается дерево функций остальных обеспечивающих (дополнительных) функций должности морского агента.

Анализ построенного дерева функций морского агента помогает найти ответ на вопрос: к чему, до какого уровня необходимо готовить кандидата в морские агенты?

Для построения функциональной модели должности морского агента может быть применена методологии IDEFO (Integrated Definition Function Modeling) [6; 7; 8]. Она была разработана в США в ходе реали-

зации программы интегрированной компьютеризации производства (ICAM), предложенной для аэрокосмической промышленности. В настоящее время она принята в качестве федерального стандарта США и широко применяется во всем мире.

В IDEF0 реализованы три базовых принципа моделирования процессов [7]:

- функциональной декомпозиции, представляющий собой способ моделирования типовой ситуации, когда любое действие, операция, функция могут быть разбиты (декомпозированы) на более простые действия, операции, функции;
- ограничения сложности, суть которого состоит в том, что для хорошей структуризации, понятности и возможности анализа количество блоков на диаграмме должно быть не менее двух и не более шести;
- контекстной диаграммы, с построения которой начинается моделирование. На этой диаграмме отображается только один блок – главная бизнес-функция моделируемой системы. При её определении всегда имеют в виду цель моделирования и точку зрения на модель. Контекстная диаграмма также за счет описания дуг, соединенных с блоком, представляющим главную функцию, «фиксирует» границы моделируемой системы, определяя то, как она взаимодействует с окружающей средой [6].

Разработка модели в IDEF0 представляет собой пошаговую, итеративную процедуру. На каждом шаге итерации предлагается вариант модели, который подлежит обсуждению, рецензированию и редактированию, после чего цикл повторяется [9]. Такая организация работы позволяет объединить знания системного аналитика, владеющего методологией и техникой IDEF0, со знаниями специалистов – экспертов в предметной области, к которой относится объект моделирования [10].

Функциональные модели, создаваемые с помощью этой методологии, отображают структуру и функции системы, а также потоки информации и материальных объектов, связывающие эти функции. В методологии IDEF0 функция изображается прямоугольником; вход (*I*) для функции располагается справа; выход (*O*) – слева; управление (*C*) – сверху; механизм, обеспечивающий исполнение функции (*M*), – снизу [6]. Тогда целевая функция морского агента может быть представлена в виде, приведенном на рис. 5.

Как показано (рис. 5), целевая функция морского агента имеет:

Вход:

I_1 – информация об особенностях внешней среды;

I_2 – информация об агентуемом/номинарованном судне;

I_3 – информация о компании и ее персонале.

Управление:

C_1 – требования и рекомендации, хорошая морская практика т.д.);

C_2 – информация, составляющая предмет договора морского агентирования номинарованного судна.

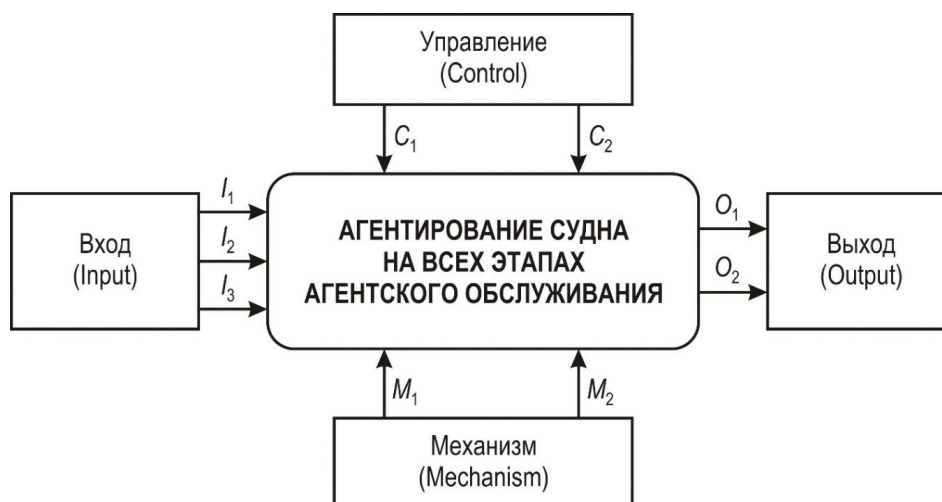


Рис. 5. Целевая функция морского агента

Выход:

O_1 – агентирование судна во время его стоянки у причала/на рейде;

O_2 – подготовительные и заключительные операции, связанные с агентированием судна.

Механизм:

Для достижения целевой функции у морского агента есть два механизма (ресурса):

M_1 – персонал компании, выполняющий вспомогательные функции по отношению к агентским. Это – диспетчер, финансист, водители, секретарь;

M_2 – материальная база компании. Это – здания и сооружения, склад, автопарк, средства вычислительной и оргтехники, передачи информации.

Целевая функция морского агента описывает: на основании каких требований (C_1, C_2), исходя из какой информации (I_1, I_2, I_3), используя какие методы и опираясь на какие ресурсы (M_1, M_2) морской агент осуществляет агентирование судна на всех этапах агентского обслуживания, в конечном итоге получая тот или иной результат (O_1, O_2).

По аналогии строятся диаграммы для других базовых и обеспечивающих (дополнительных) функций. Рассмотрим для примера базовую функцию морского агента F_{62} – подготовительные (заключительные) операции, связанные с агентированием судна.

Очевидно, что успешное проведение этих операций зависит от: подготовленности персонала и от готовности материальной базы агентской компании. Следовательно, функция морского агента по проведению

подготовительных (заключительных) операций, связанных с агентированием судна F_{62} , будет иметь две составляющие: функцию по обеспечению подготовки персонала компании к агентированию $F_{6П}$ и функцию по обеспечению готовности материальной базы компании $F_{6МБ}$ (рис. 6).



Рис. 6. Составляющие базовой функции F_{62}

В свою очередь, функции $F_{6П}$ и $F_{6МБ}$ могут быть декомпозированы на составляющие (рис. 7, 8).

Рассмотрим алгоритм действий морского агента по реализации функции по подготовке персонала компании к агентированию судна. Отметим, что рассматриваемый алгоритм функции агента справедлив только при условии уже состоявшегося номинирования конкретного судна под агентирование конкретной агентской компанией, которую этот агент представляет.

На рис. 7 пошаговые действия морского агента по реализации рассматриваемой функции $F_{6П}$ представлены в виде диаграммы, использованы блоки 1П, 2П, 3П, 4П, 5П. Например, на первом шаге (блок 1П) агент должен уяснить наличие персонала (по количественному составу, нет ли отсутствующих по болезни, в отпуске и т.д.) и качественный уровень подготовки этого персонала. Этот элемент функции $F_{6П}$ выполняется агентом на основании информации о персонале компании, рассмотренной в соответствии с требованиями, содержащимися в правовых актах, руководящих документах, продиктованных хорошей практикой морского агентирования с помощью специалистов компании и вспомогательного персонала. В итоге делаются выводы о качестве подготовки персонала, который будет участвовать в агентировании судна.

Точно такие же принципы использованы при построении остальных блоков, составляющих диаграмму, и связей между ними.

Использованы следующие обозначения:

$I_{3П}$ – информация о персонале компании;

СК – специалист(ы) агентской компании;

РД – руководящий документ;

УМБ – учебно-материальная база, имеющаяся в компании;

РК – руководитель агентской компании.

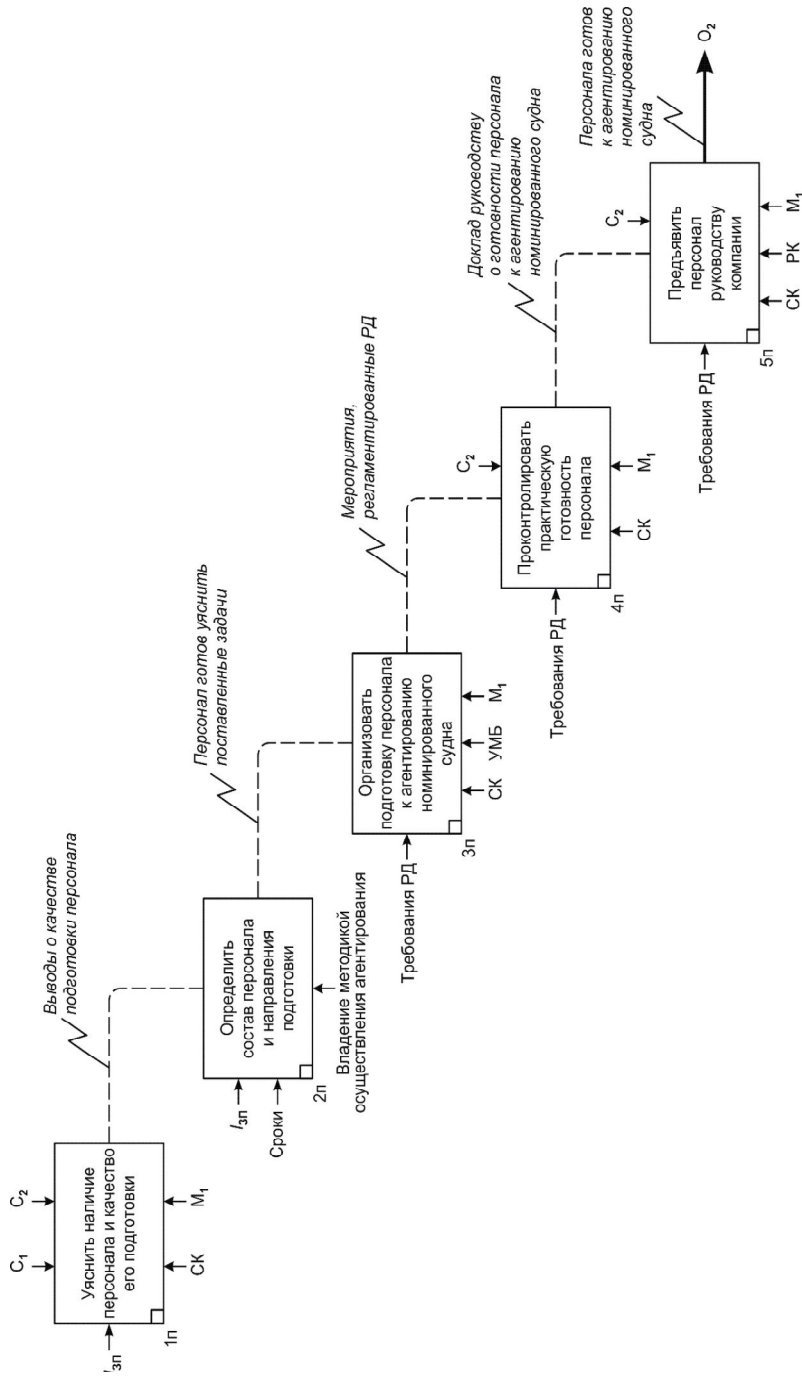
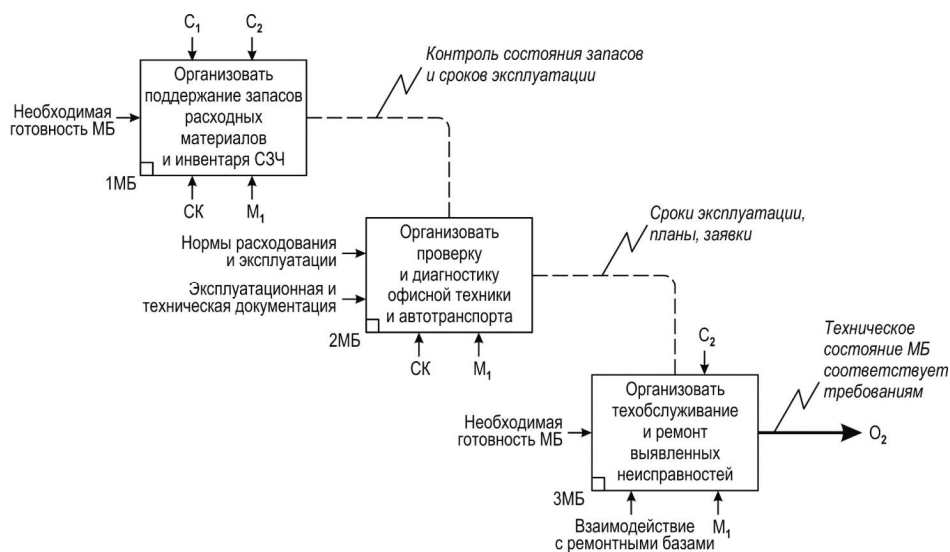


Рис. 7. Диаграмма функции агента «Подготовка персонала агентской компании к агентированию судна»



*Рис. 8. Диаграмма функции агента
«Обеспечение готовности материальной базы компании
к агентированию судна»*

Далее нами разработан алгоритм действий по реализации функции морского агента $F_{бМБ}$ по обеспечению готовности материальной базы компании к агентированию судна, представленный в виде диаграммы на рис. 8. Точно так же, как и на рис. 7, действия морского агента, направленные на реализацию этой функции, приведены в блоках 1МБ, 2МБ, 3 МБ.

Здесь использованы следующие обозначения:

МБ – материальная база компании;

ТО – техническое обслуживание;

СК – специалист(ы) агентской компании.

Совокупность схем (IDEF0 – диаграмм), представленных на рис. 7 и 8, образует функциональную модель системы подготовки морского агента. Эта модель носит качественный, описательный, декларативный характер. Построенные по иерархическому принципу с необходимой степенью подробности диаграммы дают возможность разобраться в том, что происходит в изучаемой системе подготовки оператора сервисной эргатической системы – морского агента, какие функции в ней выполняются и в какие отношения вступают между собой и с окружающей средой ее функциональные блоки. Анализ рассмотренных алгоритмов позволяет в доступной форме, без детализации судить о том, что должен знать и уметь морской агент, на помощь каких лиц опираться, какие документы, приемы и методики использовать в процессе агентской деятельности во взаимоотношениях с «третьими лицами» в интересах принципалов.

Выводы и перспективы дальнейшей работы по данному направлению:

1. Использованная методика IDEF0 позволила разработать функциональную модель должности морского агента, включающую:

– определение сферы деятельности, целевой и базовых функций морского агента на основании анализа требований, содержащихся в различных источниках, а также выработанных хорошей практикой морского агентирования;

– декомпозицию сферы деятельности морского агента на направления;

– построение дерева функций морского агента в интересах определения достаточности содержания подготовки по каждому направлению;

– разработку диаграмм функций морского агента в интересах определения его профессионального уровня.

2. Избранная для моделирования должности морского агента методика IDEF0 является достаточно простым и вместе с тем универсальным инструментом, позволяющим исследователям и практическим разработчикам систем применять ее для моделирования деятельности специалистов в различных сферах деятельности и любого уровня, а также решать более широкий спектр задач задачи по повышению эффективности функционирования этих систем.

3. Учитывая, что уточнения в разрабатываемую модель должности морского агента вносятся перманентно, а также ввиду трудоемкости этих операций, в дальнейшем представляется целесообразным автоматизировать процесс создания и формализации модели.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Окулесский В.А. Функциональное моделирование – методологическая основа реализации процессного подхода. – М.: НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», 2001. – 247 с.
2. Петров И.М. Организационные и коммерческие взаимоотношения морского агента: Учебное пособие. – Севастополь: УМИ, 2007. – 131 с.
3. Довженко В.А. Обоснование функциональной модели должности командира корабля // Морской сборник. – 2012. – № 1. – С. 49-56.
4. Лапкин А.И., Лапкина И.А. Работа флота последовательными рейсами. – Одесса: ОГМУ, 1995. – 161 с.
5. Лапкин А.И. Организация и управление работой флота последовательными рейсами. – Одесса: ОГМУ, 2000. – 200 с.
6. Дворников А. IDEF0 как инструмент моделирования процессов // Авант Партнер, 2005. – № 22 (79).

7. *Функциональное моделирование на базе стандарта IDEF0: Учебный курс.* – Минск, 2002. – 35 с.
8. *Методы и модели информационного менеджмента: Учебное пособие / Под ред. А.В. Кострова.* – М.: Финансы и статистика, 2007. – 336 с.
9. *Тельнов Ю.В. Реинжиниринг бизнес-процессов: Учебное пособие / Московский международный институт эконометрики, информатики, финансов и права.* – М., 2003. – 199 с.
10. *Абдикеев Н.М. Реинжиниринг бизнес-процессов: Учебник.* – М.: ЭКСМО, 2005. – 578 с.

Стаття надійшла до редакції 25.11.2015

Рецензенти:

доктор технічних наук, професор, к.д.п., декан судноводійного факультету Національного університету «Одеська морська академія»
М.М. Цимбал

кандидат технічних наук, доцент, керівник агентсько-експедиторських компаній «ЛАМАН-ШИППИНГ ЕЙДЖЕНСІ»
Б.А. Жіжа

УДК 656.615.004

Б.А. Жіжа

**ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ФОРМУВАННЯ ОПЕРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ
АГЕНТА КОНТЕЙНЕРНОЇ СУДНОПЛАВНОЇ ЛІНІЇ**

У статті пропонується апробований підхід до принципів експлуатаційних засад постановки завдання розробки системи управління діяльністю лінійного агентства судовласника, на прикладі контейнерних перевезень. Актуальність розробки таких засад обумовлена необхідністю уніфікації документообігу суб'єкта транспортного процесу (вантажовласників, агентів, експедиторів, портів, терміналів, наземних та морських перевізників, контейнерних депо, перетарочних баз, страхових компаній, сюрвейерів, митниці, контролюючих державних органів та уповноважених ними компаній та ін.)

Ключові слова: лінійний агент, контейнер, коносамент, рахунок, наряд, доручення, розпорядження порту, Принципал.

В статье предлагается апробированный подход к принципам эксплуатации основ постановки задачи разработки системы управления деятельностью линейного агентства судовладельца, на примере контейнерных перевозок. Актуальность разработки таких принципов обусловлена необходимостью унификации документооборота субъекта транспортного процесса (грузовладельцев, агентов, экспедиторов, портов, терминалов, наземных и морских перевозчиков, контейнерных депо, перетарочных баз, страховых компаний, сюрвейеров, таможи, контролирующих государственных органов и уполномоченных ими компаний и др.)

Ключевые слова: линейный агент, контейнер, коносамент, счет, наряд, поручение, распоряжение порту, Принципал.

The present article proposes well-approved way to principles of exploitation grounds of raising of task of development of system of management of liner agency, exempling of containers transportations. Actuality of development of such bases is conditioned by necessity of unitization of circulation of files between all parties, involved into a process of transportations (shippers/consignees, agents, forwarders, ports, terminals, inland and ocean carriers, depots, warehouses, insurance companies, surveyors, customs, governmental bodies and so on).

Key words: liner agent, container, bill of lading, invoice, delivery order, Principal.

© Жіжа Б.А., 2015

Постановка завдання. До сьогоднішнього дня агенти контейнерних судноплавних ліній, як в Україні, так і за кордоном, використовують самостійно розроблені операційні системи або системи, надані Принципалом, адаптовані до місцевих умов. Вказані системи створювались та розвивались в різний час, різними спеціалістами, в різних умовах, що призвело до різноманітності відпо-відності вимог агентів та потреб клієнтури в організації та забезпеченні транспортування контейнерних вантажів.

В запропонованій статті узагальнюється практика організації операційної системи лінійного контейнерного агентства в сучасних та перспективних умовах, в аспектах структури та функціонування системи та вимог до її функціональності. Питання характеристики об'єктів автоматизації, вимог до документообігу, інформаційного обміну між компонентами системи, взаємозв'язків створеної системи із суміжними системами, режимів функціонування системи, чисельності та кваліфікації персоналу, ергономіки та організаційному забезпеченню розглянуті в окремій роботі.

1. Структура і функціонування системи

1.1. Підсистеми, їх призначення та основні характеристики

До складу системи автоматизації обліку господарської діяльності повинні входити наступні підсистеми:

- Операції з імпорту;
- Операції з експорту;
- Операції з транзиту (імпорт/експорт);
- Стеження за рухом контейнерів;
- Облік взаєморозрахунків з клієнтурою;
- Облік взаєморозрахунків з організаціями-постачальниками транспортної продукції і послуг;
 - Облік взаєморозрахунків з Принципалом;
 - Облік основних засобів;
 - Облік витрат;
 - Розрахунки з фінансовими агентами;
 - Розрахунки зі співробітниками;
 - Облік руху грошових коштів;
 - Фінансовий облік холдингової структури.

Підсистема операцій з імпорту призначена для формування документообігу, що відображає облік одержання та доставки в пункт призначення контейнерів з імпорту, а також виникнення фінансових взаємин за даними операціями з клієнтурою і постачальниками транспортної продукції і послуг.

Підсистема операцій з експорту призначена для формування документообігу, що відображає облік відправки контейнерів на експорт, а також виникнення фінансових взаємин з операцій з клієнтурою і постачальниками транспортної продукції і послуг.

Підсистема операцій з транзиту призначена для формування документообігу, що відображає облік транзитного супроводу контейнерів, а

також виникнення фінансових взаємин з операцій з клієнтурою і постачальниками транспортної продукції і послуг.

Підсистема стеження за рухом контейнерів призначена для фіксування певного стану контейнера (як одиниці обліку) на часовій шкалі руху, до моменту виходу кожного конкретного контейнера із зони відповідальності Лінійного Агента.

Підсистема обліку взаєморозрахунків з клієнтурою призначена для фіксації виникаючих фінансових зобов'язань між Лінійним Агентом і клієнтом (або його уповноваженими особами) і форм погашення таких зобов'язань.

Підсистема обліку взаєморозрахунків з постачальниками транспортної продукції і послуг призначена для фіксації виникаючих фінансових зобов'язань між Лінійним Агентом та постачальниками транспортної продукції та послуг (організацій, що забезпечують безпосередній рух контейнерів) і формах погашення таких зобов'язань.

Підсистема обліку взаєморозрахунків з Принципалом призначена для фіксації виникаючих фінансових зобов'язань між Лінійним Агентом і Принципалом.

Підсистема обліку основних засобів реалізує завдання обліку закупівлі, зберігання, списання та реалізації основних засобів Лінійного агента.

Підсистема обліку витрат призначена як для відображення витрат Лінійного агента в цілому, так і розподілені по підрозділах (центрам фінансової відповідальності).

Підсистема обліку розрахунків з фінансовими агентами призначена для відображення фінансових нерегламентованих операцій.

Підсистема розрахунків із співробітниками реалізує завдання обліку нарахування та виплати зарплати, а також інших операцій, таких як розрахунки за авансами, розрахунки по відпустках, розрахунки за штрафами і преміями.

Підсистема розрахунків із підзвітними особами реалізує завдання обліку видачі грошових коштів, з подальшою фіксацією цільового використання коштів.

Підсистема обліку грошових коштів призначена для відображення руху грошових коштів Лінійного агента. Рух грошових коштів повинен передбачати відображення в розрізі статей руху грошових коштів.

Підсистема фінансового обліку Лінійного агента характеризується відображенням фінансового результату, балансу і консолідованого звіту Лінійного агента за будь-який період з урахуванням холдингової структури Лінійного агента.

1.2. Вимоги до надійності

Система повинна зберігати працездатність і забезпечувати відновлення своїх функцій при виникненні наступних нештатних ситуацій: при збоях в системі електропостачання апаратної частини, що призводять до переавантаження операційної системи (ОС), відновлення програми має

відбуватися після перезапуску ОС і запуску виконуваного файлу системи; при помилках в роботі апаратних засобів (крім носіїв даних і програм) відновлення функції системи покладається на ОС; при помилках, пов'язаних з програмним забезпеченням (ОС і драйвери пристроїв), відновлення працездатності покладається на ОС; для захисту апаратури від перепадів напруги і комутаційних перешкод повинні застосовуватися системи безперебійного живлення.

1.3. Вимоги до захисту інформації

Захист інформаційної системи від несанкціонованого доступу повинен забезпечуватися багаторівневою структурою.

Компоненти підсистеми захисту від несанкціонованого доступу повинні забезпечувати: ідентифікацію користувача; перевірку повноважень користувача при роботі з системою; розмежування доступу користувачів на рівні завдань та інформаційних блоків.

Протоколи аудиту системи і додатків повинні бути захищені від несанкціонованого доступу як локально, так і в архіві.

Захищена частина системи повинна: використовувати «сліпі» паролі (при наборі пароля його символи не відображаються на екрані або замінюються одним типом символів; кількість символів не відповідає довжині пароля); автоматично блокувати сесії користувачів і додатків за заздалегідь заданими тривалою відсутності активності з боку користувачів і додатків; запобігти роботі з інформацією без категорії під сеансом користувача, авторизованого на доступ до конфіденційної інформації; бути відокремлена від незахищеної частини системи міжмережовим екраном.

1.4. Вимоги до відмовостійкості

Програмне забезпечення повинно відновлювати своє функціонування при коректному перезапуску апаратних засобів. Повинна бути передбачена можливість організації автоматичного і (або) ручного резервного копіювання даних системи засобами системного і базового програмного забезпечення (ОС, СУБД), що входить до складу програмно технічного комплексу.

Наведені вище вимоги не поширюються на компоненти системи, розроблені третіми сторонами і дійсні тільки при дотриманні правил експлуатації цих компонентів.

2. Вимоги до функцій (завдань), що виконуються системою

2.1. Підсистема «Операції імпорт»

Ця система повинна забезпечувати: формування та облік заборгованостей Лінійного агента перед постачальниками транспортної продукції і послуг; формування та облік заборгованостей клієнтури перед Лінійним агентом; формування і фіксацію всіх необхідних документів для видачі навантажених/порожніх контейнерів чи вантажів клієнта; узгодження і контроль взаємодії підрозділів Лінійного агента; внесення, зміну, відображення інформації згідно з принципами розмежування доступу до інформації.

Базовий набір принципів розмежування доступу повинен містити: доступ до формування/зміни/відображення інформації про заборгованість Лінійного агента перед постачальниками транспортної продукції і послуг; доступ до формування/зміни/відображення інформації про заборгованість клієнтури перед Лінійним агентом; доступ до формування/зміни/ відображення інформації по групах доступу послуг (з урахуванням доступів пунктів а) і б).

Функціональна схема системи імпорту представлена на рис. 1.

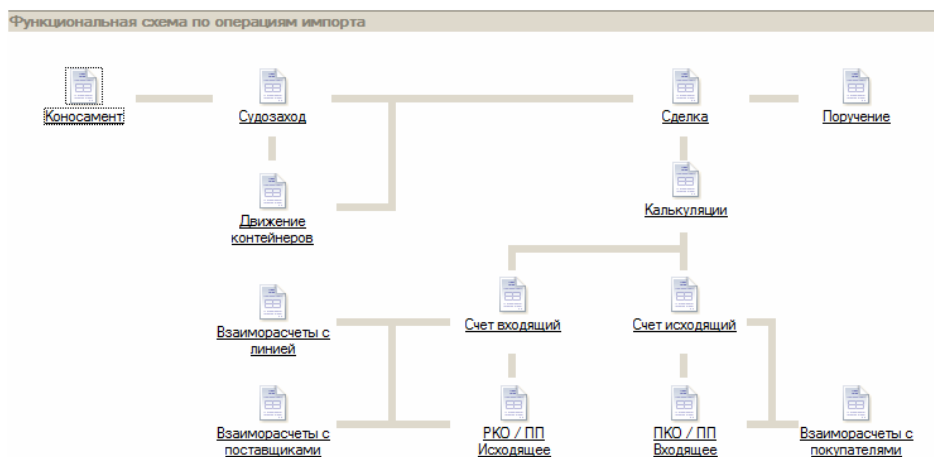


Рис. 1. Функціональна схема з операцій імпорту

2.1.1. Документ «Угода»

Базовим документом даної системи є документ «Угода» з типом перевезення «Імпорт». Документ є основою для фіксації даних, розрахунку вартостей, виписки наступних документів.

Документ вводиться на підставі документа «Суднозаходження». На підставі документа «Суднозаходження» сформувати документ «Угода» можна як по одержувачу вантажу (один або декілька коносаментів) так і по одержувачу вантажу + коносаменту (тільки по одному коносаменту). Створений таким шляхом документ буде автоматично заповнений такими даними:

- Організація;
- Підрозділ;
- Тип перевезення;
- Клієнт;
- Договір замовника;
- Одержувач;
- Відправник;
- Контейнерна лінія (із врахуванням наявності спільних сервісів);
- Маршрут;
- Вантаж і його характеристики;

- Фінансовий менеджер;
- Перелік коносаментів;
- Перелік контейнерів.

Робота з документом може проводитись одночасно двома підрозділами – фінансовим і відділом документації. В рамках одного відділу можливість редагування даних організована стандартним, закладеним в платформу, механізмом. Це означає, що, якщо масив даних редагується одним користувачем, то інші користувачі не можуть здійснювати редагування цього масиву даних.

Журнал документів «Угода» представлено на рис. 2.

Ф	До	Дата	Номер	Тип перев...	Состояние с...	Заказчик	Экспедитор	Ответственный
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	05.09.2009 13:1...	1	Импорт	Новая	Автотранссерви...		Администратор
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16.10.2009 11:4...	2	Импорт	Новая			Администратор
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16.10.2009 14:2...	3	Импорт	Новая			Администратор
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16.10.2009 14:4...	4	Импорт	Новая			Администратор
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	18.10.2009 8:21...	6	Импорт	Новая			Администратор

Рис. 2. Проформа журналу «Угода»

Функціональне призначення колонок журналу угод:

- «Прикріплені файли» (значок «Скріпка»). Наявність або відсутність прикріплених до угоди файлів;
- «Фінреліз». Наявність або відсутність дозволу фінансового відділу;
- «Докреліз». Наявність або відсутність дозволу відділу документації;
- «Дата». Дата документа «Угода»;
- «Номер». Номер угоди;
- «Тип перевезення». Тип операції перевезення;
- «Стан угоди»;
- «Замовник». Замовник перевезення;
- «Експедитор». Експедитор перевезення;
- «Відповідальний». Працівник фінансового відділу, що створив угоду;
- «Відповідальний докум.». Відповідальний працівник відділу документації;
- «Коментар». Коментар угоди;

- «Лінія». Судноплавна лінія;
- «Агент». Агент лінії.

У групі «Пошук» присутня можливість пошуку угоди за номером контейнера та/або коносаменту (пошук здійснюється по підрядку). Для кожного відділу відображається певний набір даних документа. Форма документа для фінансового відділу представлена на рис. 3.

Сделка: Сделка 1 от 05.09.2009 13:16:42

Номер: 1 от: 05.09.2009 13:16:42 Состояние: Новая Заказчик: АвтотранссервисЮГ

Организация: Черноморский гудак Тип перевозки: Импорт Договор заказчика: Основной договор

Агент линии: Личия: CMA Отправитель: Петр Иванов

Экспедитор: Получатель: АвтотранссервисЮГ

Общая информация | Контейнера | Услуги | Расчеты | Доп расходы | Поручения | Файлы | События | Дополнительно

Маршрут | Груз | Консоменты

Пункт отпр. DUBAI: авто: ГАЗЕЛЬ [] опасный M87460251

Пункт назн. DUBAI: авто: ГАЗЕЛЬ [] M097868759/M573598237

Порт отпр. DUBAI: судно: ARCTIC SEA []

Порт тран. ILYCHEVSK: судно: PACIFIC LINE [33W]

Порт назн. ODESSA: судно: PACIFIC LINE [33W]

Пункт отпр. ODESSA: авто: ТРЕЙПЕР [3687]

Пункт назн. ДОНЕЦК: авто: ТРЕЙПЕР [3687]

вело тренажеры: Набор стекла (фулжеры)

вело тренажеры

Текст груза

Ответственные | Стоимость | Контейнера

Менеджер: Администратор

Опер. менеджер:

Разрешено к выполнению

По договору 250 USD, 1 USD = 30 руб.

40' HQ - 1 шт.
20' DC - 2 шт.

Фин.: Утвержден: Администратор Док.: не утверждено

Комментарий:

OK Записать Закрыть

Рис. 3. Проформа фінансового облікового документу

При формуванні нової угоди – в полі «Стан» встановлюється ознака «Нова». Проформа закладки «Загальна інформація» представлена на рис. 4.

Экспедитор: ... | Получатель: АвтотранссервисЮГ

Общая информация | Контейнера | Услуги | Экспедитор | Автоперевозка | Расчеты | Доп расходы | Наряды | Поручения | Файлы | События | Дополнительно

Маршрут | Груз | Консоменты

Пункт отпр. DUBAI: авто: ГАЗЕЛЬ [] опасный M87460251

Пункт назн. DUBAI: авто: ГАЗЕЛЬ [] M097868759/M573598237

Порт отпр. DUBAI: судно: ARCTIC SEA []

Порт тран. ILYCHEVSK: судно: PACIFIC LINE [33W]

Порт назн. ODESSA: судно: PACIFIC LINE [33W]

Пункт отпр. ODESSA: авто: ТРЕЙПЕР [3687]

Пункт назн. ДОНЕЦК: авто: ТРЕЙПЕР [3687]

вело тренажеры: Набор стекла (фулжеры)

вело тренажеры

Текст груза

Ответственные | Стоимость | Контейнера

Менеджер: Администратор

Опер. менеджер:

Разрешено к выполнению

По договору 250 USD, 1 USD = 30 руб.

40' HQ - 1 шт.
20' DC - 2 шт.

Фин.: Утвержден: Администратор Док.: не утверждено

Рис. 4. Проформа закладки «Загальна інформація»

- Функціональне призначення елементів розташованих в закладці:
- Маршрут:
 - Таблиця маршруту перевезення.
 - Кнопка налаштування. Створювати/змінювати маршрут перевезення.
 - Вантаж:
 - Поле вантажу. Дозволяє зберігати як один вантаж, так і список вантажів.
 - Прапорець небезпечного вантажу. Установка ознаки небезпечного вантажу.
 - Коносаменти:
 - Список коносаментів. Відображення коносаментів використовуються в документі. Подвійним клацанням лівої кнопки миші на номері коносамента можна відкрити коносамент.
 - Відповідальні:
 - Поле менеджера. Заповнюється користувачем, який створив (може змінюватися).
 - Поле опер. менеджер. Заповнюється відділом документації.
 - Вартість:
 - Відображення поточної заборгованості замовника (незалежно від кількості платників) перед Агентом Лінії.
 - Контейнери:
 - Список типів контейнерів та їх кількості в документі.
 - Дозволено до виконання:
 - Гіперпосилання розташована ліворуч – установка дозволу/заборони виписки документів «Доручення» фінансовим відділом; гіперпосилання розташована праворуч – установка дозволу/заборони виписки документів «Доручення» відділом документації.
 - Кнопки історії. Відображення історії установки дозволів/заборон відповідними відділами.

Проформа закладки «Контейнери» представлена на рис. 5.

N	Тип	Контейнер	Свобод.	Дата выгрузки	Дата вывоза	Дата возврата	Тип доставки	Пункт возврата	P...
1	20' DC	TTR98254729		20.09.2009		24.09.2009	Авто	ДОНЕЦК	<input type="checkbox"/> M87460251
2	40' HQ	ASRT8757659		17.09.2009		30.09.2009	Авто		<input type="checkbox"/> M097868759/M573598237
3	20' DC	ASRT8757659						ODESSA	<input type="checkbox"/>

Конносаменти

Выделять контейнера коносамента

Рис. 5. Проформа закладки «Контейнери»

Функціональне призначення елементів розташованих в закладці:

- Таблиця контейнерів:

- Відбиває дані про контейнери, розрахункові дати, типи доставки в депо, пункти повернення контейнерів і ознак стану контейнера (порожній/навантажений).

- Функція «Заповнити значення» відображає панель групового заповнення даних, так як це відображено на рис. 6.

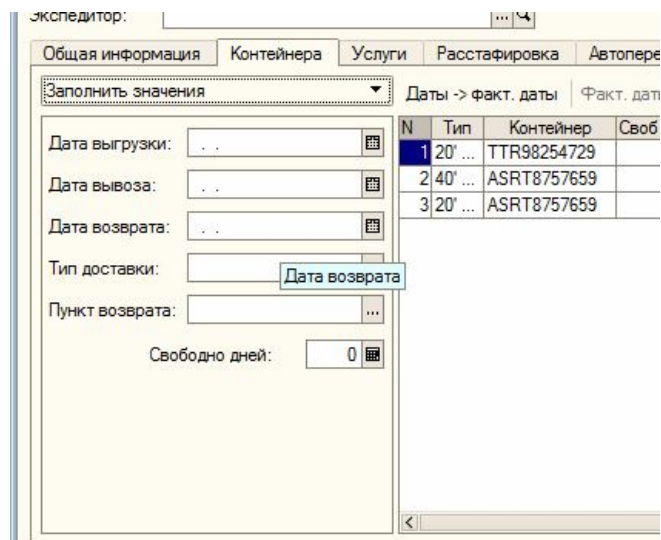


Рис. 6. Приклад заповнення таблиці контейнерів

Повторне натискання приховує панель групового заповнення даних.

- Панель групового заповнення даних:

- Дозволяє заповнити однотипними даними відповідні колонки таблиці контейнерів.

- Список коносаментів:

- Відображення списку коносаментів використовуються в документі. Використовуючи командну панель (над списком) користувач має можливість створювати, вибирати і видаляти коносаменти в документі. Склад таблиці контейнерів змінюється тільки за допомогою додавання або видалення коносаментів (в таблицю контейнерів відповідно додаються або видаляються контейнери коносаментів).

- Кнопка «Факт.дати -> дати»:

- Натискання на кнопку спрямовує до аналізу наявності фактичних дат (вивантаження, вивезення, повернення) за переліком контейнерів документа. У разі наявності фактичних дат, система заповнить відповідні комірки і повідомить про внесені зміни. Комірки заповнені фактичними датами відображаються в документі на кольоровому фоні.

- Комірки дат вивантаження, вивезення, повернення і тривалості вільного використання/зберігання обладнання:

- Зміна даних у цих осередках тягне за собою зміну параметрів розрахункових послуг (у разі якщо за послугою немає виставлених рахунків) або додавання (коригування) послуги згідно з новими параметрами (у разі якщо за послугою є виставлені рахунки). Даний механізм виконується системою автоматично, без врахування повністю або частково виставлених рахунків.

Проформа закладки «Послуги» представлена на рис. 7.

Услуга	Ставка НДС	Кол-во конт.	Расход (всего)		Приход (всего)		Плательщик	Счет	
			Цена	Сумма	Цена	Сумма			
ПРР	Без НДС	3	40,00	120,00	50,00	150,00	Калашников Виталий	✓	
Экология	Без НДС	3	36,00	108,00					
Таможня	Без НДС	3	115,00	345,00	166,67	500,00			
Демередж	20%	3			361,28	1 083,85			
Расход			Приход		Прибыль				
Всего (UAH): 573,00			НДС (сверху): 0,00		Всего (UAH): 1 914,49		НДС (сверху): 180,64		Всего (UAH): 1 341,49

Рис. 7. Проформа закладки «Послуги»

Функціональне призначення елементів розташованих на закладці:

- Таблиця послуг:

- Відбиває дані про послуги, плановані суми, що підлягають оплаті Агентом постачальниками послуг, суми, що підлягають оплаті покупцями Агенту.

- Кнопка «Підбір»:

- Натискання кнопки відкриває форму підбору послуг в документ.

- Меню «Заповнити по шаблону»:

- Підменю «перезаповнити таблицю послуг». Вибір даного пункту очищає таблицю послуг і відкриває форму вибору шаблону послуг;

- Підменю «Доповнити таблицю послуг». Вибір даного пункту не очищає таблицю послуг і відкриває форму вибору шаблону послуг.

- Меню «Розрахувати за ставками»:

- Підменю «Всі розрахункові послуги». Вибір даного пункту виробляє перерахунок всіх сум витрат розрахункових послуг, що знаходяться в таблиці послуг.

- Підменю «Поточну послугу». Вибір даного пункту виробляє перерахунок суми витрат рядків таблиці послуг, на якій встановлено курсор (поточного рядка).

У разі коли для послуги немає можливості розрахувати суму (немає ставок) сума послуги не змінюється.

- Меню «Виставити рахунки»:

- Підменю «Виставити по всім». Вибір даного пункту приводить до формування рахунків (при цьому відкриваються форми рахунків) по всіх послугах, згрупованим по платнику. Формування рахунків враховує вже виставлені рахунки, тобто послуги повністю або частково виставлені не будуть виставлені повторно.

- Підменю «Виставити за обраними». Вибір даного пункту приводить до відкриття форми позначки послуг, які треба виставити, згруповані за платником.

Фрагмент цього підменю представлений на рис. 8.

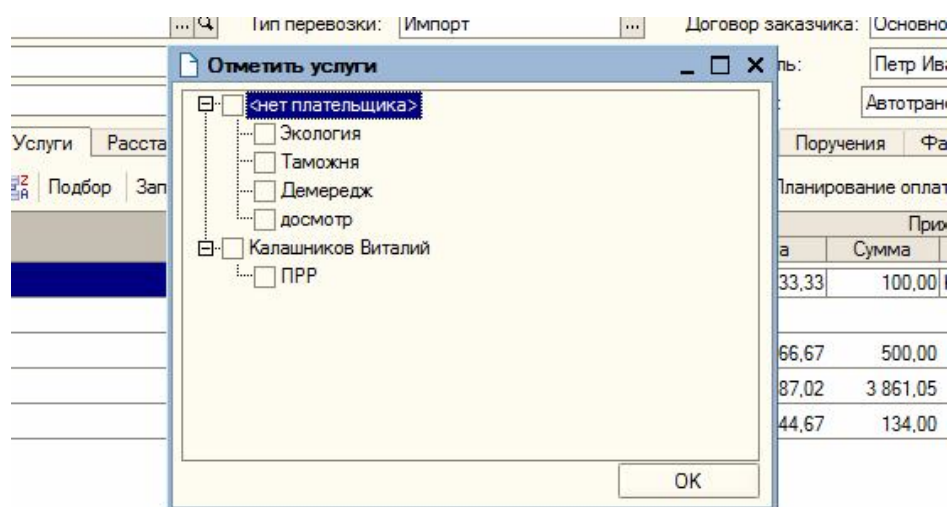


Рис. 8. Фрагмент підменю «Виставити по вибраним рахункам»

Необхідно відзначити послуги до виставлення. При натисканні кнопки «ОК» система сформує і відобразить вихідні рахунки (один або декілька) по зазначеним послуг. У разі коли платника не вказано – користувач не зможе відзначити послуги.

- Функція «Відобразити вартість по контейнерам»:

- Активація функції відображає таблицю розподілу вартості послуги по контейнерам (відображення контейнерів провадиться за поточним рядком таблиці послуг), що продемонстровано на рис. 9.

Услуга	Ставка НДС	Кол-во конт.	Расход (всего)		Приход (всего)		Тип	Контейнер	Сумма рас...	Сумма приход
			Цена	Сумма	Цена	Сумма				
ПРР	Без НДС	3	40,00	120,00	33,33	100,00	20' DC	TTR98254729	40,00	
Экология	Без НДС	3	36,00	108,00			40' HQ	ASRT8757659	40,00	50,00
Таможня	Без НДС	3	115,00	345,00			40' HQ	ASRT8757659	40,00	50,00
Демередж	20%	3			1 287,02	3 861,05				
досмотр	20%	3			44,67	134,00				
Всего (UAH):			573,00	НДС (сверху): 0,00	Всего (UAH): 5 424,38	НДС (сверху): 829,33	Профит			
					Всего (UAH): 4 851,38					

Рис. 9. Візуалізація функції «Відобразити вартість»

• Деактивація функції приховує таблицю розподілу вартості послуги по контейнерах.

Підменю «Виставити по всім». Вибір даного пункту виробляє до формування рахунків (при цьому відкриваються форми рахунків) по всіх послугах згрупованим по платнику. Формування рахунків враховує вже виставлені рахунки.

Закладка «Розрахунки» представлена на рис. 10.

Вид услуги	Доходы		Расходы			
	Сумма	Выставлено	Оплачено	Сумма	Выставлено	Оплачено
Локальные	100,00	100,00		228,00		
ПРР	100,00	100,00		120,00		
Экология				108,00		
Прочие	500,00			345,00		
Таможня	500,00			345,00		
Фрахт	3 995,05					
Демередж	3 861,05					
досмотр	134,00					
Итого	4 595,05	100,00		573,00		

Рис. 10. Закладка «Розрахунки»

Функціональне призначення елементів розташованих на закладці:

- Кнопка «Сформувати»:

• При натисканні на кнопку формується звіт про фінансовий стан угоди.

- Таблиця «Налаштування звіту»:

- Відображає структуру виведення звіту. Галочками відзначені угруповання, що виводяться в звіт за замовчуванням. Встановлюючи/знімаючи галочки можна регулювати структуру виведення звіту.

- Табличне поле звіту:

- Безпосереднє відображення звіту про фінансовий стан за угодою.

- Закладка «Дод витрати». Закладка містить список видаткових касових ордерів, що містять непрямі витрати по угоді.

- Закладка «Доручення». Закладка містить список виписаних доручень по угоді.

- Закладка «Файли». Закладка містить список файлів прикріплених до угоди.

2.1.2. Документ «Рахунок вихідний»

Документ призначений для фіксації надаваних послуг замовнику перевезення і формування заборгованості платника перед Компанією. Документ вводиться тільки на підставі угоди способами, описаними в документі «Операція».

Створений таким способом документ буде автоматично заповнений такими даними:

- Організація;
- Підрозділ;
- Тип перевезення;
- Замовник;
- Одержувач;
- Клієнт;
- Договір платника;
- Контейнерна лінія;
- Угода;
- Валюта;
- Перелік послуг;
- Відповідальний (автор рахунку).

Журнал документів «Рахунок вихідний» представлено на рис. 11.

Функціональне призначення колонок журналу угод:

- «Дата». Дата документа «Рахунок вихідний»;
- «Номер». Номер рахунку;
- «Тип перевезення». Тип операції перевезення;
- «Угода». Угода на підставі якої виписаний рахунок;
- «Замовник». Замовник перевезення;
- «Платник». Клієнт, на якого виставлений рахунок;
- «Сума». Сума рахунку;
- «Валюта». Валюта рахунку;
- «Відповідальний». Користувач створив рахунок;
- «Коментар». Коментар документа.

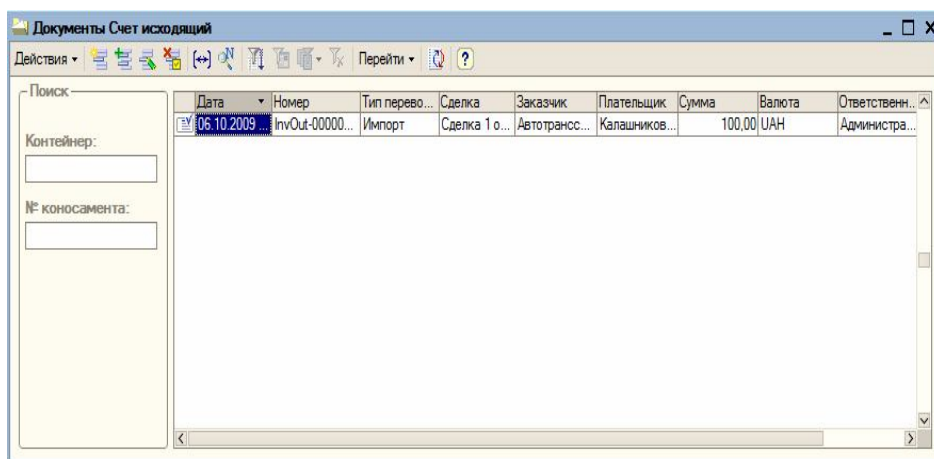
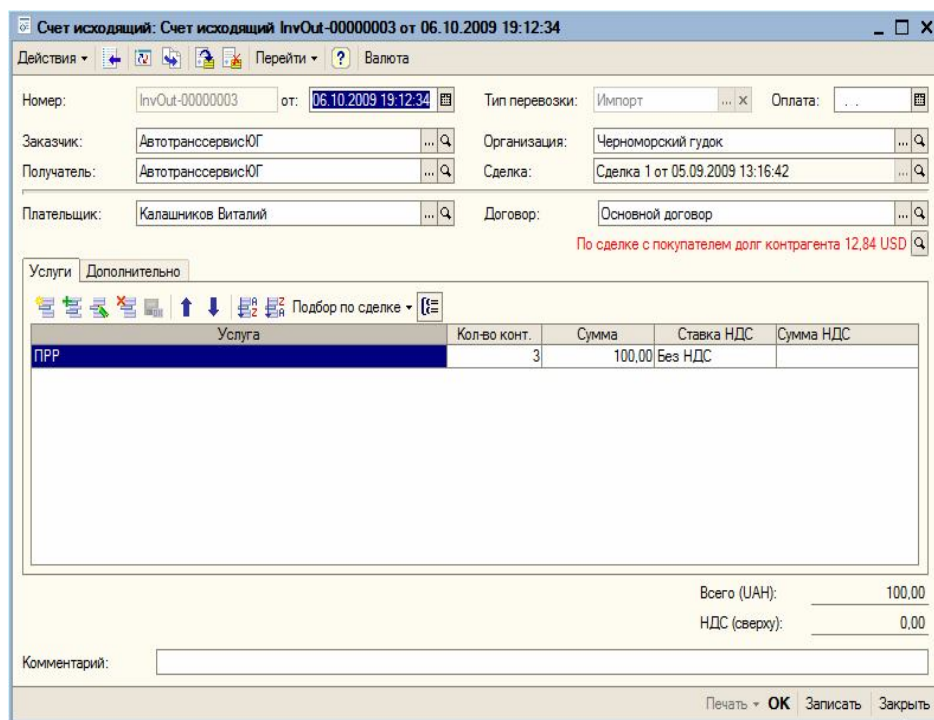


Рис. 11. Проформа журналу «Рахунок вихідний»

У групі «Пошук» присутня можливість пошуку угоди за номером контейнера та/або коносаменту (пошук здійснюється по підрядку). Форма документа представлена на рис. 12.



*Рис. 12. Фрагмент проформи документа,
що генерується журналом «Рахунок вихідний»*

Закладка «Послуги» представлена на рис. 13.

Услуга	Кол-во конт.	Сумма	Ставка НДС	Сумма НДС
ПРР	3	100,00	Без НДС	

Рис. 13. проформа закладки «Послуги»

Функціональне призначення елементів розташованих на закладці:

- Таблиця послуг:

- Відбиває дані про послуги, суми, що підлягають оплаті платником Агенту.

- Меню «Підбір по угоді»:

- Підменю «перенаповнений по угоді». Вибір даного пункту очищає таблицю послуг і заповнює таблицю послуг даними з угоди (підбираються тільки не виставлені послуги на платника в даному рахунку).

- Підменю «Доповнити по угоді». Вибір даного пункту відкриває форму вибору послуг (форма містить тільки не виставлені послуги на платника в даному рахунку).

- Функція «Відобразити вартість по контейнерам»:

- Дії аналогічні описаним в документі «Операція».

Проведення документа «Рахунок вихідний» формують заборгованість платника перед агентом лінії.

2.1.3. Документ «Рахунок вхідний»

Документ призначений для фіксації наданих послуг постачальниками і формування заборгованості агента лінії перед постачальниками. Документ формується автоматично та складається з наступних даних:

- Організація;

- Підрозділ;
- Тип перевезення;
- Замовник;
- Одержувач
- Клієнт;
- Договір платника;
- Контейнерна лінія;
- Угода;
- Валюта;
- Перелік послуг;
- Відповідальний (автор рахунку).

2.2. Підсистема «Стеження за обладнанням»

Ця підсистема повинна забезпечувати фіксацію різного стану обладнання в тимчасовій шкалі а так само надати можливість аналізу статусів контейнерного обладнання як за період часу так і його статусу в конкретну одиницю часу. Для всіх рухів обладнання повинні фіксуватися дві дати – дата Компанії та дата для Лінії.

Одиницею часу статусу контейнера приймається мінімально можлива тимчасова одиниця – секунда. Це означає що статус руху обладнання може змінюватись в рамках доби кілька разів, але не більше ніж кількість секунд в добі.

Функціональна схема системи логістики представлена на рис. 14.

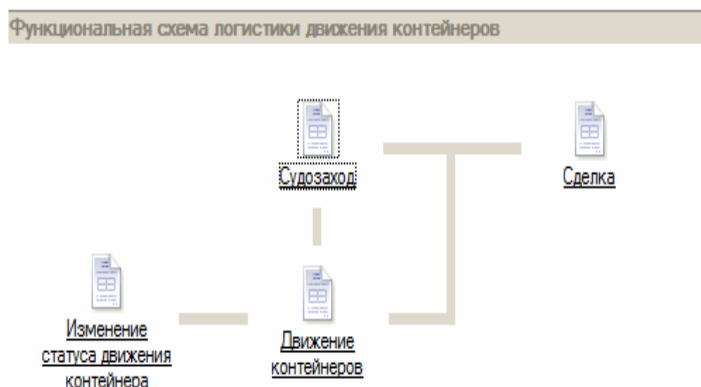


Рис. 14. Функціональна схема логістики руху обладнання

В обліковій системі даний перелік організований за допомогою довідника «Статуси обладнання» зумовленими значеннями. Довідник може поповнюватися користувачами облікової системи.

Зберігання руху контейнерів має бути організовано в наступних розрізах:

- Контейнерна лінія;

- Суднозахід;
- Статус руху контейнера;
- Контейнер;
- Номер пломби контейнера;
- Пункт знаходження контейнера;
- Дата планована статусу контейнера;
- Дата фактична статусу контейнера;
- Дата для лінії статусу контейнера;
- Угода;
- Коносамент контейнера;
- Перевізник.

Механізм функціонування даної підсистеми

Статуси обладнання фіксуються в обліковій системі двома методами:

- автоматичний – при формуванні певних видів документів, програмний комплекс автоматично фіксує статуси обладнання. Документи, автоматично формують статуси обладнання:

- «Суднозаходження». Прихід судна в порт призначення фіксується менеджером, відповідальним за дану ділянку роботи. Фіксація дати прибуття судна в порт є ознакою того, що дата прибуття є датою вивантаження контейнерів. Проведення документа із зафіксованою датою прибуття, вказує обліковій системі необхідність зафіксувати статус обладнання «Вивантаження контейнера з судна» з ознакою навантажений або порожній контейнер. Датою вивантаження вважається дата прибуття судна в порт і фіксується як планована дата вивантаження. Використання планованої дати обумовлено необхідністю надання (в окремих випадках) замовникам даних про заплановану вартість перевезення.

- ручний – менеджер з логістики, ґрунтуючись на даних, що надходять, повинен фіксувати в обліковій системі всі статуси обладнання.

Фіксування статусів обладнання здійснюється документом «Рух обладнання». Формування документа може бути вироблено з форми списку довідника обладнання (рис. 15).

По натисканню гіперпосилання «Встановити новий статус руху» відкриться форма документа «Рух обладнання» для зміни статусу ОДНОГО контейнера. Форма документа представлена на рис. 16.

При створенні, таким чином, в новому документі поля «Пункт призначення, Номер пломби, Перевізник», колонки «Новий статус руху» автоматично будуть заповнені відповідними даними колонки «Поточний статус руху».

Фіксація нового статусу руху відбувається при проведенні даного виду документа. Обов'язковими до заповнення полями є поля в колонці «Новий статус руху» – «Статус руху, Пункт призначення, Дата факт., Дата лінії». У випадку, коли ці поля не заповнені, система видасть повідомлення про необхідність заповнити всі обов'язкові поля.

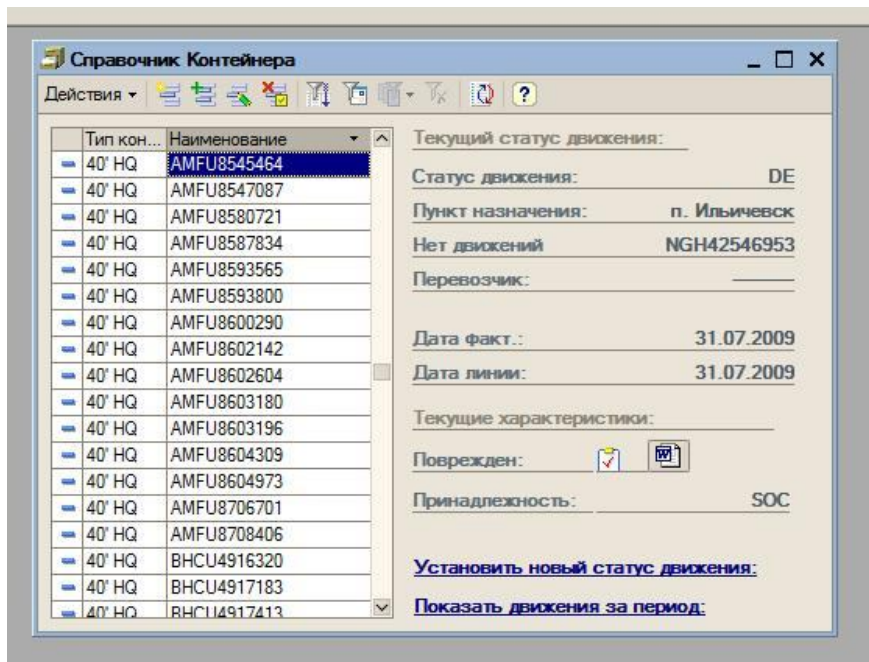


Рис. 15. Пример довідника обладнання

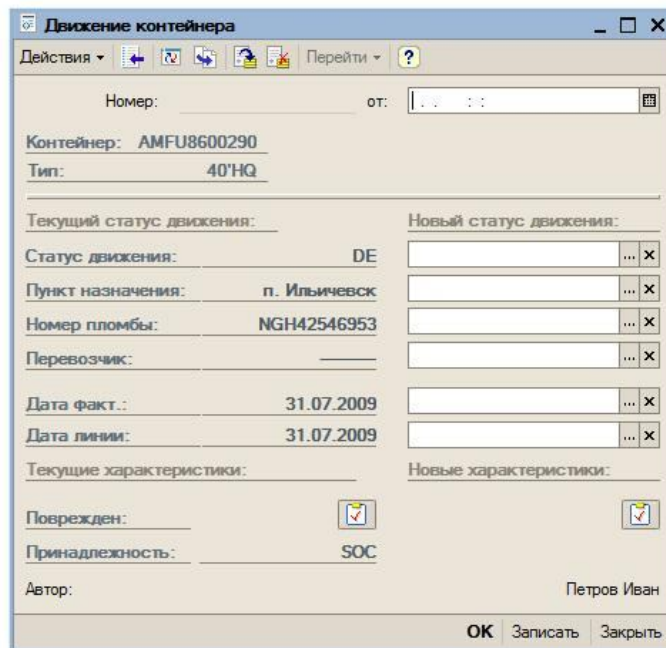


Рис. 16. Проформа документу «Рух обладнання»

Для групової зміни статусів обладнання в панелі функцій «Логістик» необхідно вибрати пункт «Встановити статус обладнання». При виборі даного пункту відкриється форма документа «Рух обладнання» для групової зміни статусів обладнання. Форма документа представлена на рис. 17.

N	Статус движения	Контейнер	Номер пломбы	Дата		Комментарий
				Фактическая	Линии	

Рис. 17. Проформа документу «Рух обладнання» для групової зміни статусів обладнання

Журнал документів «Зміни статусів обладнання» відображає перелік однойменних документів. Журнал оснащений стандартними механізмами фільтрації, установки інтервалів часу. Форма відображення журналу представлена на рис. 18.

Отримання даних про різні стани руху обладнання організовано за допомогою системи звітів. Підсистема логістики повинна надавати наступний набір звітів:

- звіт про вивантажених контейнерів в порту;
- звіт про вивезених контейнерів з порту за імпортними операціями;
- звіт про повернення порожніх контейнерів в порт/депо;
- звіт по виїзду навантажених контейнерів в порт за експортними операціями;
- звіт з вивезення порожніх контейнерів з депо в порт;
- звіт по навантаженню навантажених контейнерів на судно;
- звіт з навантаження порожніх контейнерів на судно.

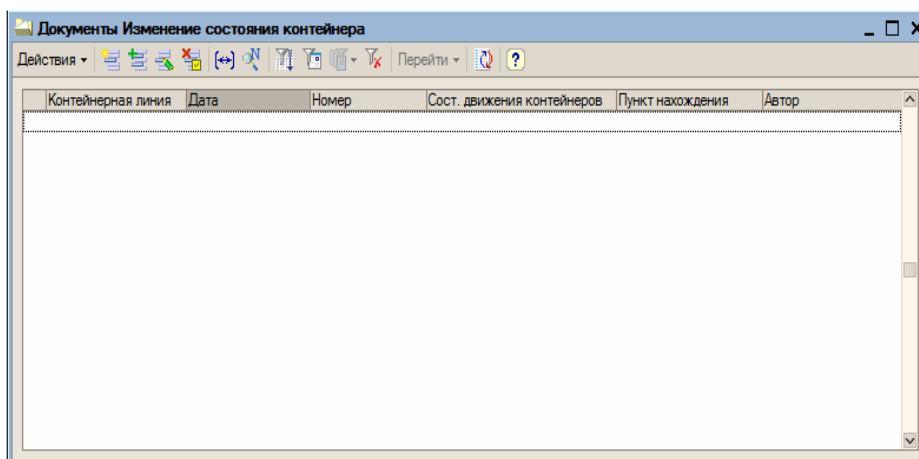


Рис. 18. Проформа журналу «Зміни статусів обладнання»

Висновок. Перманентні зміни національного законодавства, в першу чергу податкового (прийдешнє анонсування скасування чинного Податкового Кодексу, зміна структури і кількості податків тощо), стандартів ЄС, з якими також анонсована прийдешня гармонізація, з одного боку, враховуючи, що головні гравці на ринку лінійного, в тому числі, контейнерного судноплавства – резиденти ЄС і відповідних стандартів судновласників – нерезидентами ЄС, з іншого (останній приклад – блокування Міністерством економіки КНР створення альянсу MAERSK-SMA-CGM-MSC), зміни процедур видачі вантажів в українських портах, що тягнуть відповідні зміни бізнес-процесів лінійних агентів, не кажучи вже про експедитора, стійкий тренд поглинання судновласниками номінованих національних агентів, змушують розробити принципову, уніфіковану схему керуючої системи лінійного агентування в Україні, єдину для всіх судновласників в аспектах організації та забезпечення суднозаходів, обліку видачі, букінгу і наземного транспортування вантажів, стеження за обладнанням, звітності перед Принципалом і національними контролюючими органами, фінансового та оперативного обліку, документообігу з усіма учасниками транспортного процесу. У наведеній статті узагальнено експлуатаційний підхід до формування керуючої системи (інформаційно-облікової бази) діяльністю лінійного агентства в Україні, на основі якого здійснена стиковка з відповідними керуючими системами судновласників (в т.ч. його лінійних агентів в інших державах), українських портів, терміналів, митниці, Укрзалізниці і т.д. Практична реалізація запропонованого підходу дозволила розробити відповідну організаційну структуру лінійного агентства в Україні, пов'язану з номенклатурою та особливостями його бізнес-процесів, що є предметом наступних статей.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бурмистров М.М. *Агентские, транспортно-экспедиторские и стивидорные операции в иностранных портах.* – М.: Транспорт, 1989.
2. Ершов В.А. *Международные грузоперевозки.* – М.: Гросс Медиа: РОСБУХ, 2008.

Стаття надійшла до редакції 19.01.2015 р.

Рецензенти:

кандидат технічних наук, професор Національного університету «Одеська морська академія», професор кафедри Морських перевезень Національного університету «Одеська морська академія», академик Транспортної академії України, член Морського інституту Великобританії, капітан далекого плавання **І.М. Петров**

кандидат технічних наук, доцент кафедри Експлуатація морських портів», професор Одеського національного морського університету **Д.М. Решетков**

658.012.122:656.07

Ю.Ю. Крук

**КОМПЕНСАЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ
ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБРАБОТКИ СУДНА**

В настоящей статье рассматриваются сетевые графики обработки судна и реализация компенсационных механизмов при регулировании рабочего процесса.

Ключевые слова: морской порт, управление обработкой судна, календарный план, компенсационные механизмы.

У цій статті розглядаються мережеві графіки обробки судна і реалізація компенсаційних механізмів при регулюванні робочого процесу.

Ключові слова: морський порт, управління обробкою судна, календарний план, компенсаційні механізми.

This article discusses the network graphics processing vessel and the implementation of compensatory mechanisms in the regulation of the working process.

Keywords: sea port, control processing vessel, timetable, compensation mechanisms.

Постановка проблемы. Процесс рабочего хода обработки судна состоит из скоординированного выполнения нескольких этапов, которые могут быть связаны с людьми и требуют доступа к разнородным и распределенным системам.

После составления плана проекта обработки судна начинается выполнение запланированных работ. Стивидор (диспетчер) должен внимательно следить за ходом работ, чтобы вовремя заметить несоответствие между планом и фактическими результатами выполнения работ. Отклонения от плана опасны тем, что они могут привести к задержке сроков окончания обработки судна, превышению бюджета или неполной реализации запланированных задач.

Процесс отслеживания заключается в сборе фактических данных о ходе выполнения работ и последующем сравнении фактических данных с плановыми. При этом в зависимости от потребностей стивидорной компании могут сравниваться календарный, бюджетный и ресурсный планы обработки судна, то есть во время отслеживания можно определять, насколько плану проекта соответствует выполнение работ, расход средств и загрузка ресурсов.

Главная цель отслеживания проекта – вовремя обнаружить отклонения (в любом из перечисленных аспектов) фактического хода работ

© Крук Ю.Ю., 2015

от запланированных и соответствующим образом провести корректировку плана проекта обработки судна. Для этого нужно собирать данные о ходе выполнения работ и сравнивать их с данными базового плана обработки судна. Чтобы такое сравнение было возможным, перед началом выполнения работ нужно зафиксировать базовый план, с которым в дальнейшем будут сравниваться его фактические состояния. Кроме того, до начала отслеживания нужно определить, какие из аспектов (календарный, бюджетный или ресурсный) плана проекта вы собираетесь контролировать, поскольку от этого зависит выбор методики отслеживания.

Предположим, что влияние случайных и неопределенных факторов привело к нарушению запланированных сроков завершения различных этапов проекта. Для таких случаев главный диспетчер предусматривает финансовые и материальные резервы и соответствующие компенсационные меры (мероприятия). Механизмы, реализующие компенсационные мероприятия с целью ликвидации срывов, будем называть компенсационными механизмами. Такие механизмы значительно снижают риски обработки судна.

Рассмотрим пример компенсационного механизма, направленного на ликвидацию отставания и восстановление в сроках реализации проекта.

Целью восстановления является приведение неисправного процесса обратно в какое-то приемлемое состояние. Компенсация общих рабочих процессов является довольно сложной процедурой. Во-первых, рабочий процесс может иметь сложную структуру, и выполнение процесса может создать довольно сложный контроль зависимости потоков данных между деятельностью процесса. Сетевой график рабочего процесса может включать в себя ветвление, одновременное выполнение мероприятий и других сложных зависимостей управления. В результате, определение объема компенсации (т.е., какой деятельности должна быть компенсирована) для общего рабочего процесса становится нетривиальной задачей.

Во-вторых, рабочий процесс, как правило, включает в себя несколько независимых систем – грузы, технологии ПРР, оборудование и людей. Деятельность в процессе выполнения, как правило, сложных операций разнообразна. Таким образом, деятельность может быть очень дорогой, при выполнении компенсации. Поэтому очень важно свести к минимуму объем компенсации, чтобы избежать ненужных затрат.

Обзор последних исследований и публикаций. В первой работе [1] «Методические основы разработки технологических план-графиков обслуживания судов в морских портах» рассматривается постановка задачи как в общем виде, так и для отдельных ситуаций, которая опирается на идеи календарного планирования производственных процессов, к числу которых относится и процесс обслуживания судов (ПОС) в морских портах. Задача исследуется с позиций оптимизации ПОС, что диктуется потребностями обеспечения в конечном итоге высокоэффективного портового (стивидорные) бизнеса. При этом основное внимание сосредотачи-

вается на методическом аспекте задачи в соответствии с процедурой построения календарных планов обслуживания судов в режиме оперативного управления ПОС. В основе параметра управления лежит время обработки трюма комбинацией технологических линий. Возможные комбинации задаются заранее (априори).

В работе [2] «Экономико-математические модели задачи о календарном плане обработки судна» дан обзор экономико-математических моделей, предназначенных для решения задачи о календарном плане обработки отдельно рассматриваемого судна. Задача исследуется в постановках «ресурсы-результат» и «результат-ресурсы». Модели записаны в терминах линейного, нелинейного и динамического программирования. Обзор публикаций, посвященных этой задаче, показывает, что до настоящего времени она изучалась преимущественно в постановке «ресурсы-результат» и притом для частного случая планирования процесса обработки судна (ПОС), когда предполагается, что для реализации ПОС будет использоваться наперед заданное количество технологических линий (ТЛ), которое является постоянным на протяжении всего периода обработки судна как по числу, так и по производительности. В то же время постановка задачи «результат-ресурсы» пока основательно не прорабатывались.

В настоящей работе ставится двуединая цель, состоящая, с одной стороны, в критическом анализе существующих методов календарного планирования ПОС и, с другой стороны, в обосновании нового подхода к исследованию этой задачи, в терминах нелинейного и динамического программирования.

В работах Макушева П.А. [3-4] приведен разработанный автором алгоритм составления сменно-суточного плана обработки судов в порту, который можно использовать при выполнении всегда актуального для порта управленческого процесса – оперативной организации его производства. Ключевые условия алгоритма – минимизация времени обработки судов, относительная простота использования, универсальность. А также рассмотрен тренажер для составления планов обработки судов в порту.

В работе Махуренко Г.С., Крук Ю.Ю. [5] «Разработка механизма распределения ресурсов между судами при оперативном планировании работ стивидорной компании» показано, что основной задачей производственно-оперативного планирования в порту является установление объема и характера перегрузочных работ на планируемый период, распределение технических и трудовых ресурсов и разработка мероприятий для выполнения этого объема работ. В статье разбираются механизмы распределения ресурсов для выполнения производственно-оперативных работ стивидорной компании.

В работе Крука Ю.Ю. [6] «О технологическом плане-графике обработки судна» рассматривается формирование плана-графика обработки судна, как технологии Управления проектом по временным параметрам {Project Time Management}. Этот раздел управления проектами

включает задачи и процедуры управления проектом, необходимые и достаточные для обеспечения своевременного выполнения проекта, в том числе определение работ, их последовательность, оценку продолжительности работ, разработку и контроль календарного плана.

Все рассмотренные работы тесно связаны с составлением сменно-суточного плана обработки судна, однако в них не рассматриваются механизмы корректировки выполнения плана обработки судна. Вопросы использования компенсационных механизмов для регулировки хода производственного процесса рассматривается в работе Буркова В.Н. и Новикова Д.А. [7] «Как управлять проектами». В ней описана регулирующая (компенсационная) задача сокращения продолжительности проекта на заданные величины. Однако задача носит упрощенный характер и, тем более, не отражает специфики морского транспорта.

Постановка задачи исследования. Целью исследования является разработка компенсационных механизмов и формирования скоординированной совокупности мероприятий, связанных для достижения общей цели бизнеса. Рабочий процесс сначала задается с помощью модели, который затем выполняется диспетчерской системой порта. Поэтому сначала представим модель рабочего процесса, и используемую терминологию. Затем мы опишем выполнение процесса. Предполагается, что если процесс выполняется успешно, то компенсация не требуется. Ниже будут описаны компенсации процесса для борьбы со сбоями в работе.

Основной материал исследования. Рабочий процесс обработки судна представляется как ориентированный граф $P = \langle N, A \rangle$, содержащий множество узлов $N = \{n_1, n_2, \dots\}$, и множество дуг $A \subseteq N$ -соединения узлов в N . Существуют два вида узлов: узлы работы и узлы контроля (управления). Пусть WN и CN есть множества рабочих узлов и узлов контроля (управления), соответственно. Тогда $N = WN \cup CN$. Рабочий узел $wn \in WN$ является обладателем места в деятельности процесса. Каждый рабочий узел связан с деятельностью процесса и деятельностью регулирования (дополнительной компенсации).

Процесс деятельности описывается как логическое представление куска работы, способствующей выполнению процесса обработки судна. Сетевой график процесса обработки судна дополняется регулированием операций по объекту во время выполнения. Регулирующая (компенсационная) деятельность также есть логическое представление куска работы, который семантически корректирует результат соответствующей деятельности процесса. При этом регулирующая (компенсационная) деятельность также отображается в виде операций по обработке судна, которая корректирует (компенсирует) результат соответствующего процесса деятельности.

Из решения задачи расстановки механизированных линий формируется план обработки судна. Общий вид модели формирования плана обработки судна представлен в форме (1)-(4).

К числу основных работ, обязательных для планирования, относятся следующие:

- судовые работы (загрузка и разгрузка судов) – с подразделением на варианты работ – прямой и складской;
- количество груза, подлежащего переработке за каждую смену и за сутки; общее число занятых рабочих за смену и сутки;
- остаток груза на судне к концу смены и суток.

$$\sum_i \sum_j c_{0ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

$$\sum_i p_{0ij} \cdot x_{ij} = Q_j, j = \overline{1, n}; \quad (2)$$

$$\sum_j x_{ij} \leq T_{\text{суд}}; i = \overline{1, m}; \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0, i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}. \quad (4)$$

Здесь x_{ij} – время работы i -й технологической линии на j -м трюме;

c_{0ij} – нормативное значение часовой себестоимости работы i -й технологической линии на j -м трюме;

p_{0ij} – нормативная производительность работы i -й технологической линии на j -ом трюме (т/час.);

Q_j – загрузка j -ого трюма (в тоннах);

$T_{\text{суд}}$ – запланированное время грузовых работ на судне.

Таким образом закрепление механизированных линий за трюмами осуществляется по критерию минимума расходов (условие 1). По условию (2) осуществляется полная разгрузка/загрузка трюмов, по условию (3) время работы механизированных линий ограничено временем обработки судна. И условие (4) есть условие не отрицательности переменных задачи.

Из определения общей постановки задачи, для составления календарного плана необходимо решить следующие задачи:

- определить перечень работ, которые необходимо выполнить для достижения результатов проекта;
- установить последовательности выполнения работ и взаимосвязи между работами;
- установить время продолжительности работ, необходимое для выполнения каждой отдельной работы;
- определить ресурсы, необходимые для выполнения работ;
- составить график выполнения работ в принятой постановке.

Рисунок 1 показывает диаграмму Ганта процесса управления обработки судна на основании решения модели (1)-(4). При этом T_{Lij} отражает диаграммы процесса работы i -й технологической линии при обработке j -го трюма. Процесс устанавливает сетевые соединения между двумя заданными конечными точками в сети ПРР – началом и концом. Процесс состоит из шести рабочих узлов (вершин) и нескольких узлов управления. Такими узлами управления могут быть начало и конец обработки судна и начала очередной смены (половины смены) хода обработки судна.

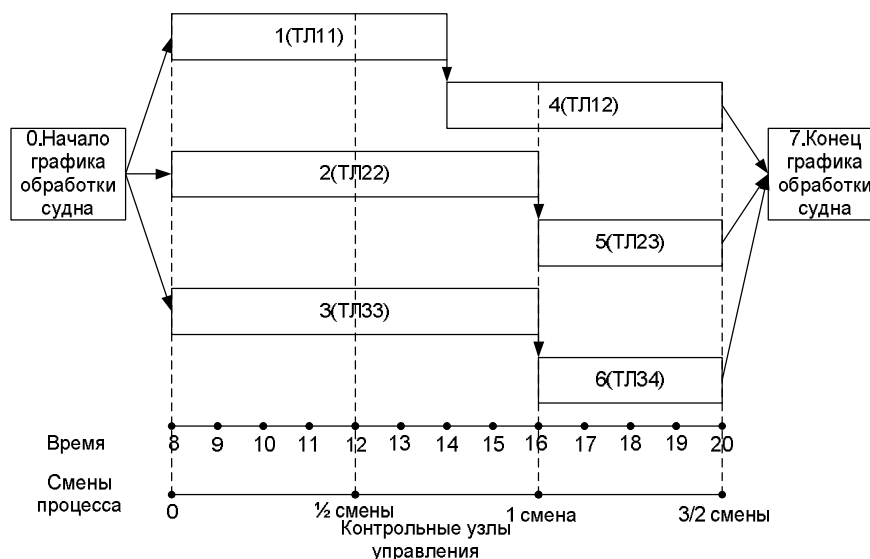


Рис. 1. Пример сети Ганта управления процессом ПРР

В представленной на рис.1 сети Ганта горизонтальные диаграммы (вершины) соответствуют операциям, выполняемым отдельными технологическими линиями. Обозначим t_{ij} ($= x_{ij}$) – продолжительность обработки i -й технологической линией j -го трюма. Тогда продолжительность проекта определяется длиной максимального (критического) пути в сети [15].

Обозначим плановое время окончания (общую продолжительность) работы i -й ТЛ_{*i*} через T_i , а критическое время обработки судна через $T_{кр}$. Из-за сбоев в работе критическое время обработки судна и каждой технологической линии может составить $T_{кр}$ и T_i . Встает вопрос по сокращению оставшегося времени обработки судна с учетом плана обработки судна (ПОС) проекта. Тогда, если $T_i < T_{кр}$, то в соответствии наличием резерва времени никаких мероприятий по сокращению времени работы ТЛ_{*i*} можно не проводить. Если же $T_i > T_{кр}$, то тогда требуется сократить время работы i -й ТЛ_{*i*} на величину $\Delta_i = T_i - T_{кр}$.

Рассмотрим регулируемую (компенсационную) задачу сокращения продолжительности проекта на заданные величины Δ_i .

Опишем сначала частный случай, когда сеть представляет собой последовательную цепочку из n операций. Каждая ТЛ – разрабатывает и представляет центру мероприятия по сокращению продолжительности производственного цикла. В агрегированном виде эти мероприятия можно описать зависимостью $C_{ij}(\tau_{ij})$ затрат, требуемых на сокращение продолжительности операции на величину τ_{ij} . Рассмотрим механизм решения поставленной задачи, в котором величина финансирования мероприятий по сокращению продолжительности проекта прямо пропорциональна величине τ_{ij} сокращения продолжительности операции, то есть $C_{ij}(\tau_{ij}) = \lambda_{ij}\tau_{ij}$, где λ_{ij} – величина финансирования, выделяемая на сокращение времени работы ТЛ_{ij} в единицу времени. В этом случае имеем задачу

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j \in J_i} \lambda_{ij} \tau_{ij} \rightarrow \min \quad (5)$$

$$\sum_{j \in J_i} \tau_{ij} = \Delta_i, i = \overline{1, n} \quad (6)$$

$$\tau_{ij} \geq 0, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}. \quad (7)$$

Для простоты будем считать, что деятельности в рабочем процессе выполняются последовательно. Порядок, в котором работы выполняются называется порядком выполнения P . Каждый экземпляр узла $i \in N(P)$ имеет начало и полные времена. Время начала и конца экземпляра узла i обозначены как Старт (i) и Конец (i), соответственно. Очевидно, Старт (i) < Конец (i) и Конец ($i1$) < Старт ($i2$), если $i1$ предшествует $i2$ в порядке выполнения. Мы будем рассматривать только процессы исполнений, которые соответствуют сетевому графику. Более конкретно, $\forall n1, n2 \in N(P)$, Конец ($i1$) < Старт ($i2$), если $i2 \in$ Достижимое ($i1$).

В работе, мы выражаем выполнение процесса в виде последовательности процесса деятельности. Мы опускаем контрольные узлы от исполнения процесса для краткости. Например, следующие параметры являются выполнением процесса, представленного на рис.1 (P_0).

$$E_1 : t_1 = 14; t_2 = 16; t_3 = 16; t_4 = 20; t_5 = 20; t_6 = 20.$$

Компенсационный метод применяется для того чтобы справиться с неудовлетворительным процессом обработки судна. Районная диспетчерская ответственна за приведение процесса исполнения к назначенному времени в конце процесса обработки судна (компенсационной

точки). Конец компенсационной точки вызывает определенные действия, связанные с принятием решения, по выполнению предшествующего процесса, который представляет собой приемлемое промежуточное состояние исполнения. Целью данной работы является разработка правильной и эффективной стратегии для компенсации рабочих процессов. Рассмотрим, например, процесс исполнения E1. Предположим, что сбой произошел при выполнении ТЛ₁₁ и точкой регулирования (компенсации) есть середина смены при t = 12.

Лучше компенсационный подход для бизнес-процессов выполнять таким образом, чтобы компенсировать только те виды деятельности (процессы обработки), которые действительно нуждаются в компенсации (например, ТЛ₁₁ в E1).

Рассмотрим пример компенсации в процессе обработки судна. В начале смены (она совпала с началом обработки судна) была решена задача распределения технологических линий за трюмами. Исходные данные задачи представлены в таблице 1.

Таблица 1

Исходная задача расстановки ТЛ и обработки судна

	Номер трюма			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Базовая стоим. работы ТЛ _{1j} , усл.ед./час.	1	3	100	100
Базовая произв. работы ТЛ _{1j} , тыс.т/час.	50	50	50	50
Базовая стоим. работы ТЛ _{2j} , усл.ед./час.	3	1	3	10
Базовая произв. работы ТЛ _{2j} , тыс.т/час.	50	50	50	50
Базовая стоим. работы ТЛ _{3j} , усл.ед./час.	100	3	1	3
Базовая произв. работы ТЛ _{3j} , тыс.т/час.	50	50	50	50
Количество груза по трюмам, тыс. тонн	300	700	600	200
Плановое время обработки трюмов, ч.	12	12	12	12

Условия задачи распределения технологических линий за трюмами и ее решение представлено в таблице 2.

Таблиця 2

*Оптимальное решение по времени работы технологических линий
при заданных условиях задачи*

Номера трюмов	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4			
Решение и условия по времени работы технологических линий							
T ₁ , час.	6,0	6,0	0,0	0,0	12	<=	12
T ₂ , час.	0,0	8,0	4,0	0,0	12	<=	12
T ₃ , час.	0,0	0,0	8,0	4,0	12	<=	12
Решение и условия по выгрузке груза из трюмов							
Q ₁	300				300	=	300
Q ₂		700			700	=	700
Q ₃			600		600	=	600
Q ₄				200	200	=	200

Предположим, что в результате сбоя в работе 1-й технологической линии на 1-м трюме производительность ТЛ₁₁ снизилась до 30 тыс.тонн/час. При заданном закреплении технологических линий это приводит к увеличению времени обработки судна на 8 часов, т.е. до 20 часов всего (см. табл. 3).

В результате сбоя встает задача использования механизмов компенсации для восстановления планового срока обработки судна, T_{суд} = 12 часов. Это выполняется с помощью задачи компенсации, представленной в модели (8)-(11).

$$\sum_i \sum_j c_{0ij} \cdot \frac{p_{ij}^k}{p_{0ij}} \cdot x_{ij}^k \rightarrow \min \quad (8)$$

$$\sum_i p_{ij}^k \cdot x_{ij}^k = Q_j^k = Q_j - Q_{обп.j}^{k-1}, j = \overline{1, n}; \quad (9)$$

$$\sum_j x_{ij}^k \leq T_{суд}^k = T_{суд} - t^{k-1}, i = \overline{1, m}; \quad (10)$$

$$p_{ij}^k \geq 0, x_{ij}^k \geq 0, i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}. \quad (11)$$

Здесь c_{0ij} – нормативная (начальная) себестоимость обработки i -й технологической линии на j -м трюме;

p_{0ij} – нормативное (начальное) значение производительности i -й технологической линии на j -м трюме;

p_{ij}^k – значение производительности T_{Lij} на k -м шаге компенсации;

Q_1^k – остаток груза в j -м трюме на начало k -го шага;

$Q_{обр,j}^{k-1}$ – количество обработанного груза в j -м трюме на предыдущем $(k-1)$ -м шаге;

x_{ij}^k – время обработки i -й технологической линии j -го трюма на k -м шаге;

$T_{суд}^k$ – остаток времени обработки судна на начало k -го шага;

t^{k-1} – интервал времени обработки судна на предыдущем $(k-1)$ -м шаге.

Оптимальное решение по времени работы технологических линий задачи (8)-(11) при новых условиях представлено в таблице 3.

Таблица 3

*Оптимальное решение по времени работы
технологических линий при новых условиях задачи*

Номера трюмов	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4			
Решение и условия по времени работы технологических линий							
T_1 , час.	10,0	10,0	0,0	0,0	20	=>	12
T_2 , час.	0,0	8,0	4,0	0,0	12	<=	12
T_3 , час.	0,0	0,0	8,0	4,0	12	<=	12
Решение и условия по выгрузке груза из трюмов							
Q_1	300				300	=	300
Q_2		700			700	=	700
Q_3			600		600	=	600
Q_4				200	200	=	200

По своей структуре задача (8)-(11) является нелинейной, переменными которой являются p_{ij}^k – значение производительности T_{Lij} на k -м шаге компенсации и x_{ij}^k – время обработки i -й технологической линии j -го трюма на k -м шаге. Закрепление механизированных линий за трюмами осуществляется по критерию минимума расходов (условие 8). По условию (9) осуществляется полная разгрузка/загрузка остатка груза трюмов, по условию (10) время работы механизированных линий ограничено остатком временем обработки судна. И условие (11) есть условие неотрицательности переменных задачи.

Если следовать рассматриваемому примеру, то первый этап принятия компенсационных решений приходится на конец половины первой смены обработки судна, т.е. на 12 часов дня. На это время судно находилось под обработкой 4 часа. Принятие решений здесь, в первую очередь, связано с изменениями условий решения задачи, которые представлены в таблице 4.

Таблица 4

Новые исходные данные задачи расстановки ТЛ и обработки судна

	Номер трюма			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Количество груза по трюмам Q_j^1 , тыс. тонн	140	500	400	200
Плановое время обработки трюмов $T_{суд}^1$, ч.	8	8	8	8

Оптимальное решение, при условии, что производительность первой технологической линии поднята до 55 тыс.т/час, представлено в таблице 5.

Таблица 5

Оптимальное решение по времени работы технологических линий при новых условиях задачи

Номера трюмов	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4			
Решение и условия по времени работы технологических линий							
T_1 , час.	2,1	5,9	0,0	0,0	8,0	<=	8
T_2 , час.	0,5	3,2	4,3	0,0	8,0	<=	8
T_3 , час.	0,0	0,3	3,7	4,0	8,0	<=	8
Решение и условия по выгрузке груза из трюмов							
Q_1	140				140	=	140
Q_2		500			500	=	500
Q_3			600		400	=	400
Q_4				200	200	=	200

Механизм компенсации связан с ростом затрат на повышение производительности труда. Это отражается выражением $c_{0ij}(p_{ij}^k/p_{0ij})$, при условии, что $p_{ij}^k > p_{0ij}$. Конечно, реализация механизмов компенсации данной задачи может быть достаточно разнообразным.

Выводы. В статье представлена структуризация сетевого графика обработки судна и реализация вопросов компенсации рабочего процесса. Основное внимание направлено на то, чтобы уменьшить количество действий рабочего процесса, которые должны быть компенсированы. Проблема затруднена из-за: (1) сложности структуры рабочего процесса, и (2) сложности для системы управления рабочим процессом вычислить минимальный объем компенсации.

Поэтому требуются гибкие стратегии компенсации в области планового периода. Эти стратегии опираются на процесс правильного использования планирования обработки судна. Предлагаемые методы просты для реализации и просты в использовании. Тем не менее, у них есть потенциал, чтобы значительно уменьшить компенсации текущих расходов.

Несмотря на важность компенсации эта задача получила мало внимания до сих пор. Результаты, представленные в работе, являются больше предварительными и многие вопросы все еще остаются открытыми. Из-за ограниченного объема, многие важные вопросы не были рассмотрены, или только кратко обсуждены. Например, основное внимание было сосредоточено на корректировке работы технологических работ (узлов). Важным вопросом является компенсация событий (как внутренних, так и внешних). Еще один интересный вопрос планирования работ связан с возможностью перепланировки работ технологических линий (узлов) по ходу прохождения контрольных точек. Дальнейшие исследования, возможно, необходимы и по другим вопросам.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Магамадов О.Р., Макаренко О.С. Методичні засади розробки технологічних планів-графіків обслуговування суден у морських портах // *Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: Зб. наук. праць.* – Вип. 8. – Одеса: ОНМУ, 2004. – С. 166-179.
2. Магамадов А.Р., Макаренко А.Е. Экономико-математические модели задачи о календарном плане обработки судна // *Розвиток методів управління та господарювання на транспорті: Зб. наук. праць.* – Вип. 36 (3). – Одеса: ОНМУ, 2011. – С.30-47.
3. Макушев П.А. Разработка алгоритма сменно-суточного планирования обработки судов в порту // *Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: Зб. наук. праць.* – Вип. 17. – Одеса: ОНМУ 2011. – С.116-127.

4. *Макушев П.А. Тренажер для составления планов обработки судов в порту // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: Зб. наук. праць. – Вип. 20. – Одеса: ОНМУ, 2013. – С.86-97.*
5. *Махуренко Г.С., Крук Ю.Ю. Разработка механизма распределения ресурсов между судами при оперативном планировании работ стивидорной компании // Технологический аудит и резервы производства. – № 1/3(21). – 2015. – С. 11-18.*
6. *Крук Ю.Ю. О технологическом плане-графике обработки судна // Вісник ОНМУ: Зб. наук. праць. – Вип.2(44). – Одеса, 2015.*
7. *Бурков В.Н., Новиков Д.А. Как управлять проектами: Научно-практическое издание. – М.: СИНТЕГ-ГЕО, 1997. – 188 с.*
8. *Механизмы управления: Учебное пособие / Под ред. Д.А. Новикова. – М.: УРСС (Editorial URSS), 2011. – 212 с.*

Стаття надійшла до редакції 01.12.2015

Рецензенти:

доктор технічних наук, професор кафедри «Бізнесадміністрування та корпоративна безпека» Міжнародного гуманітарного університету
А.І. Рибак

доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри «Економічна теорія та кібернетика» Одеського національного морського університету
Г.С. Махуренко

UDC 519.7

I.I. Kovalenko, L.S. Chernova

**AN APPROACH TO THE FORECAST OF THE KEY PERFORMANCE INDICATORS
OF THE HIGH TECHNOLOGY ENTERPRISE'S OPERATIONS**

The article deals with the process of providing management control system at the machine-building enterprise. Employment of management control system models and approaches for managing is observed. Importance of management control system for feedback mechanism implementation has been studied. The choice of adjustment measures of managerial impact is provided. The adjustment measures of management impact must be implemented in such a manner as to incorporate into the system of internal accounting for the optimization of management solution through information and economy system of planning procedure.

Keywords: *management control system, machine-building enterprise, labor cost, investment projects, work target cost, earned value technique.*

У статті розглянуто процес забезпечення системи контролінгу на машинобудівних підприємствах і використання його моделей і методів в управлінні. Досліджено роль контролінгу в реалізації механізмів зворотнього зв'язку, обґрунтування вибору коригувальних заходів управлінського впливу таким чином, щоб інтегрувати в себе через інформаційно-економічні системи методики планування, обліку, контролю, аналізу систему побудови внутрішньої звітності для оптимізації ефективних управлінських рішень.

Ключові слова: *система контролінгу, машинобудівне підприємство, трудові витрати, планова вартість робіт, метод освоєного обсягу.*

В статье рассмотрен процесс моделирования основных показателей деятельности наукоемких предприятий, основанный на количественном и качественном прогнозировании, осуществляемом путем построения и анализа сценариев. Рассмотрен алгоритм, иллюстрирующий построение одной из возможных технологий комплексного применения методов количественного и качественного прогнозирования.

Ключевые слова: *показатели деятельности, сценарный анализ, количественное прогнозирование, качественное прогнозирование, временные ряды, множество альтернатив.*

Analysis of recent researches and publications. Modern market economy conditions in which high technology enterprises operate require constant monitoring of various indicators of their activities. For example, in report documents of the enterprise financial plan implementation there are indicators: profit, returns, costs, investments, reserve funds and others.

These indicators control is reached by monitoring, estimation and forecasting. Currently, the methodology of program-target planning and forecasting is more and more prevalent, it is seen as a means of reasonable allocation of limited resources to achieve certain goals. At the same time until recently the main «instrumental» methods to solve such problems are quantitative forecasting methods aimed at approximate determination of the future behavior of certain variables which is as a variety of technical and economic parameters. As the mathematical models that describe such indicators behavior the time series (random processes) are used which are analyzed by a number of forecasting methods [4] (a moving average and its variations, a moving median, exponential smoothing, etc.) (Fig. 1).

In spite of the widest practice of using these methods their practical application is fundamentally limited by processing the historical quantitative data of monotonically varying processes. Here, it should be pointed out the fact that modern economic development of society has received an innovative direction and the creation of various innovative products is characterized by a variety of precipitous changes, disruptions of the process monotony, deficit of information provision, so that there are different kinds of uncertainty. All that laid the preconditions for appearance of a new scientific field over the past 15-20 years that is based on the methods of qualitative forecasting (foresight), which is called scenario analysis [2; 3].

Development and analysis of scenarios is a creative process executed by the commands (teams) of professional specialists (analysts, experts, consultants, and others.) which is hard formalized. At the present time the basic mathematical models for the scenario development and analysis are objectives trees, decision trees, a predication graph, hierarchical decision-making structure, analytical networks and others (Fig. 1).

The considered directions of the program-oriented planning and forecasting are developed and used independently. However, to solve a number of problems their complex application seems promising.

It is primarily determined by the presence of so-called semi-structured problems which are characterized by the presence of quantitative and qualitative factors. The analysis of such problems is reduced, as a rule, to the formulation and solution of problems of multicriterian alternatives that allow to achieve the intended objectives.

The purpose of the article consists in development and justification of the approach which is implemented through the technology of complex application of qualitative and quantitative forecasting methods.

Statement of the base material. The financial indicator «PROFIT» (Fig. 2) is choose as the analyzed indicator of the enterprise activity. A basis for use of short-term quantitative forecasting methods of this indicator is the availability of historical data in the accounting documents which are the numerical series of dynamics. As forecasting methods the moving average method and its variations and the method of moving median can be used that received wide practical application.

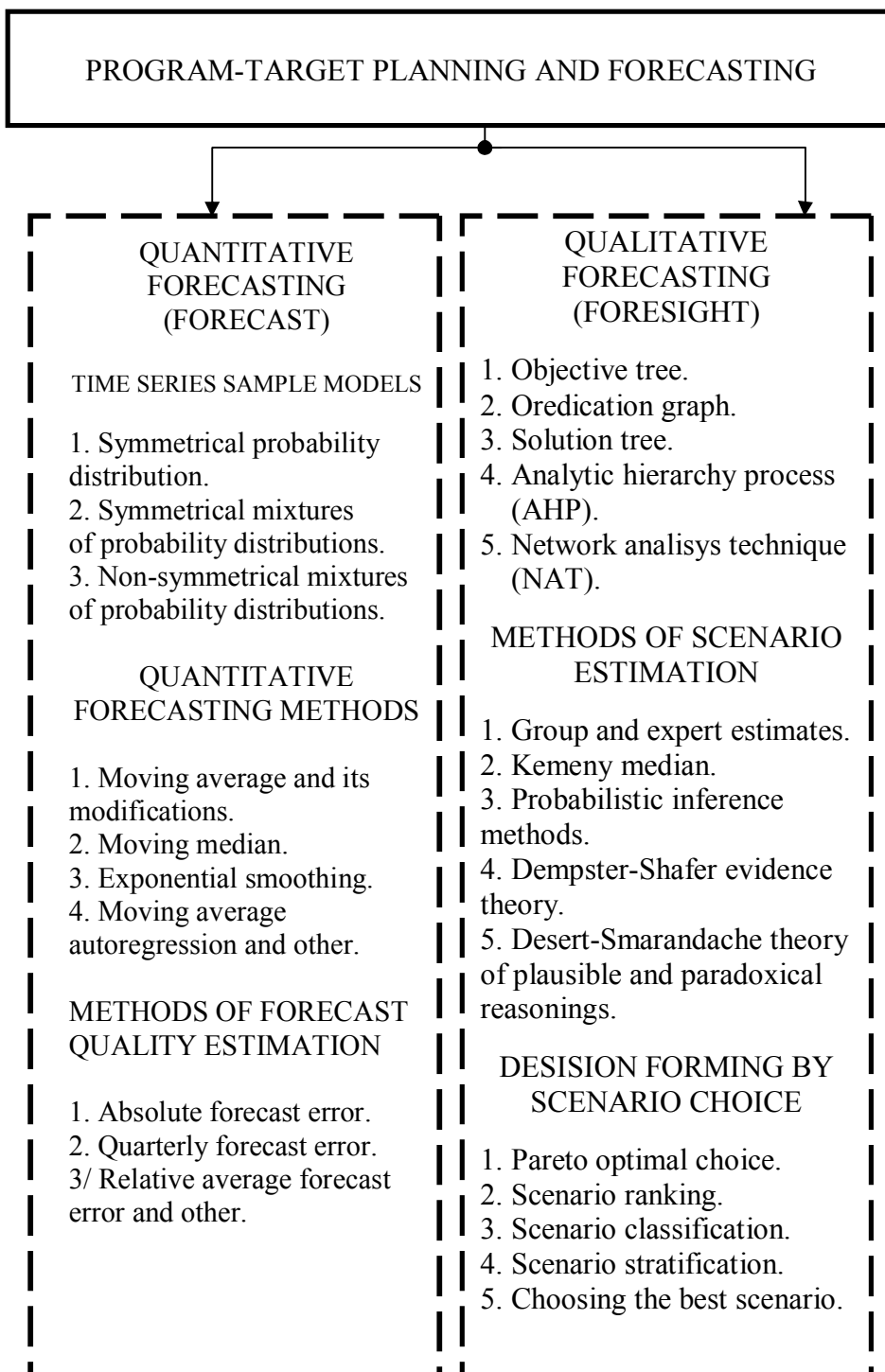


Fig.1. Structure of models and methods of program-target planning and forecasting

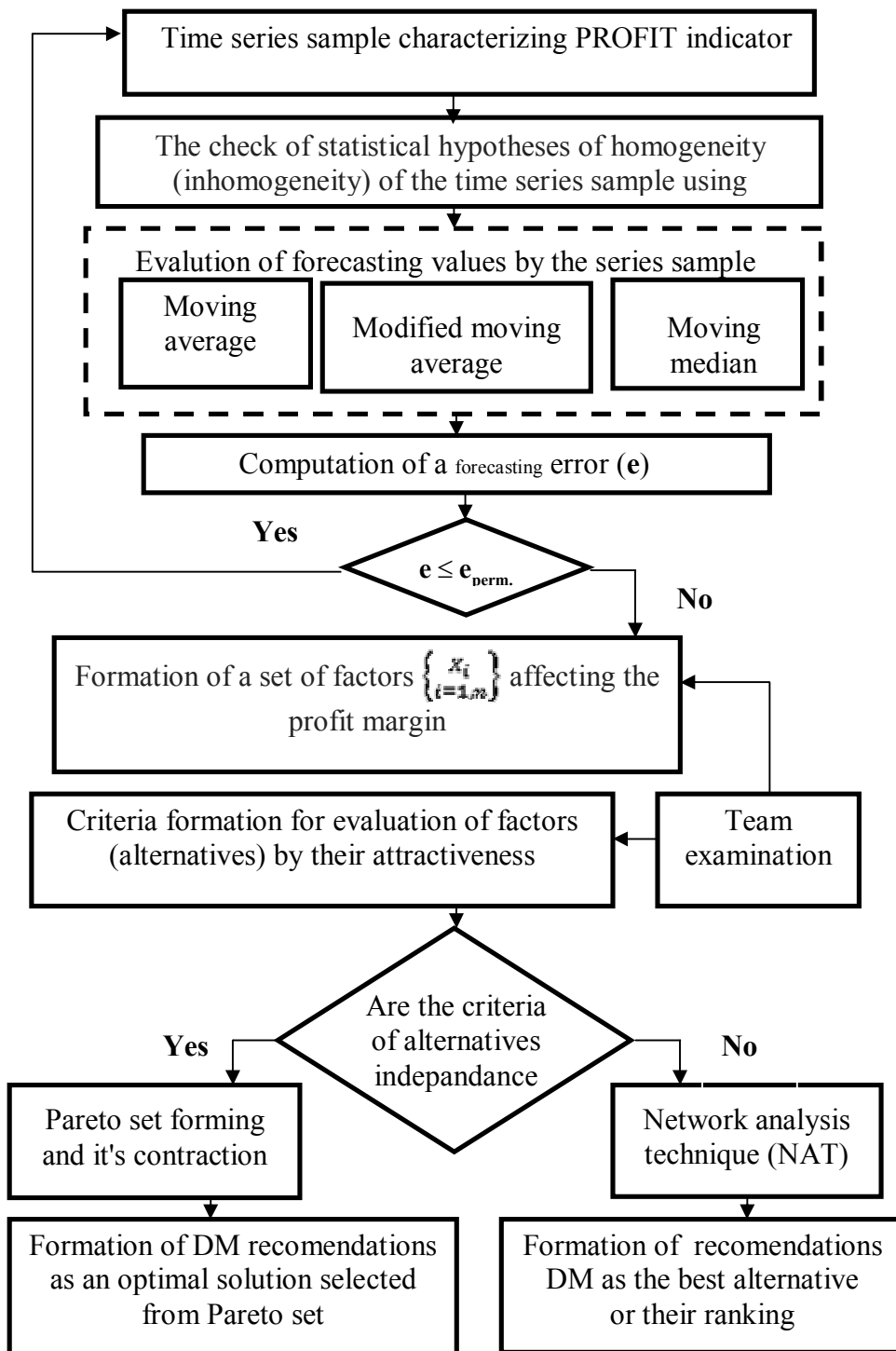


Fig. 2. Structure of integrated use technology of quantitative and qualitative forecasting method of the enterprise activity indicator

For effective application of these methods the mathematical models are constructed that reflect the features of time series samples: homogeneity, local inhomogeneity, inhomogeneity. Using such models a check of statistical hypotheses of homogeneity (inhomogeneity) or local inhomogeneity of the values composing the time series sample is performed. Further, using these methods of short-term forecasting the predicted time series values are calculated, and the errors of prediction ϵ are determined. If ϵ does not exceed a permitted value ϵ_{permit} of forecasting, the following predicted value of the series is calculated.

Otherwise the procedure of formation of a certain set of factors $\{X_i\}$, $i = 1, n$ affecting the profit margin is performed. For high technology enterprises they obviously can be as follows:

$$X = \langle X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6 \rangle, \quad (1)$$

where X_1 is investment activities (acquisition of new technologies and equipment);

X_2 – the cost value for research and development (R & D);

X_3 – direct costs (purchase of materials and components);

X_4 – maintenance of fixed assets;

X_5 – booking and its financing;

X_6 – core products sales.

The next stage which is implemented in the considered technology is the use of qualitative planning and forecasting methods that leads to problems of decision support in conditions of multicriteriality and multialternativity.

However, the considered factors play a role of alternatives (solutions), and as the criteria a risk of enterprise profits reduction, which can be introduced by alternative factors and their attractiveness in terms of profit growth can be considered.

Preliminary check of the criteria and the alternatives for independence (dependance) allows to realize the following procedures of recommendations formation for the decision-maker.

In the first case, the recommendations for decision-makers may be formed by Pareto set forming (a set of non-dominated alternatives where none of the alternatives is uniquely more advantageous for decision-makers than others), if necessary by its contraction and the choice of the decision-maker of single optimal solution [5].

The general scheme of alternatives set contraction is shown in Fig. 3 [1].

In the second case, the recommendations for decision-makers may be presented by presentation of the best alternative or by rankings of a set of alternatives. To solve this problem it is appropriate to use the network analysis method (network analysis technique) NAT, which allows to perform forecasting of situations (including risk situations) based on subjective evaluation of experts or decision-makers [6].

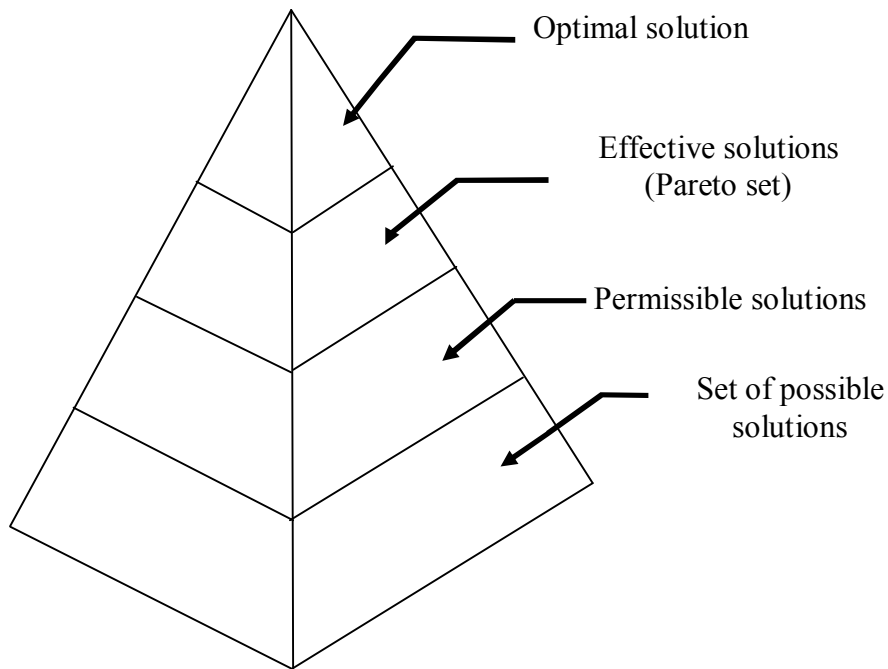


Fig. 3. Sequential creation a set of alternatives [1]

This method is an extension of the analytic hierarchy process (AHP) and allows to analyze situations that are characterized by mutual influences and feedbacks between the criteria and alternatives.

In addition the forecasting problem elements unite into clusters: a cluster of objectives, a cluster of factors, a criteria cluster, a cluster of enterprise economic risk gradation, etc. (Fig. 4), between which there may be different relations.

For example, a cluster of risk level \mathbf{R} can be represented by the following gradations:

\mathbf{R}_1 is very low risk that may correspond to short-term loss of the effective functioning of the enterprise (reduced labour efficiency, slight loss of profits, dynamics discrepancy of the capacity and market share, and others.);

\mathbf{R}_3 is an average level of risk that may be associated with nondurable disturbances of production cycle.

\mathbf{R}_5 is very high risk which corresponds to catastrophic nature threats: heavy financial losses comparable with the value of economic resources, deficiency of R & D, and others.

\mathbf{R}_2 and \mathbf{R}_4 are low and high risk level that are intermediates and can be introduced to ensure the necessary flexibility in assigning estimations.

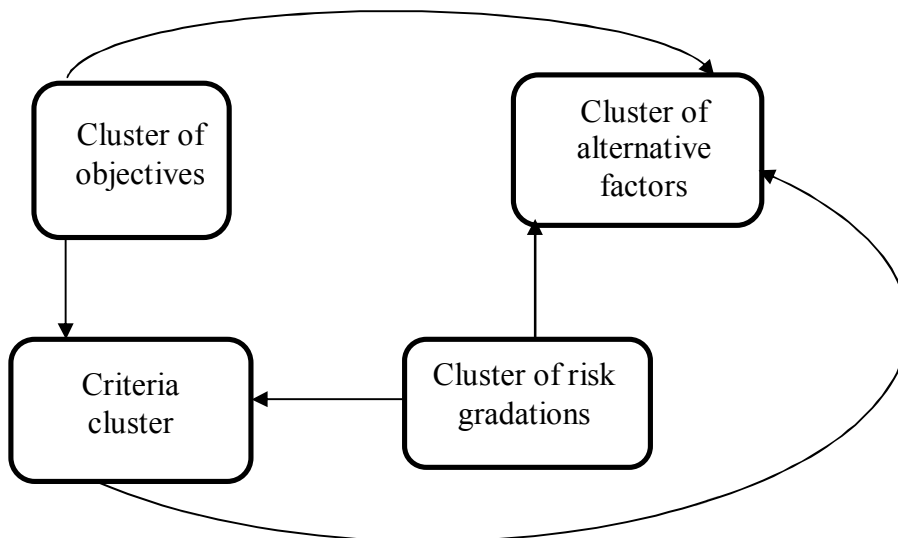


Fig. 4. Cluster network

Conclusions. In the paper there is considered one of the possible approaches to the development of the technology of planning and forecasting series of operating rates dynamics in high technology enterprises, which is based on the integrated use of quantitative and qualitative analysis methods.

This approach is advisable to apply for the analysis of semi-structured problems, in which there are qualitative elements along with quantitative variables. First of all it describes the enterprises involved in innovation activities.

REFERENCES

1. Grubov Y.O. *Development and management decision making [Razrabotka i prinyatiye upravlencheskih resheniy]* – Ivanovo: ISEU, 2010. – 112 p.
2. Zgurovskiy M.Z., Pankratova N.D. *Technological foresight [Tehnologicheskoye predvideniye]*. – K.: Politehnika, 2005. – 136 p.
3. Larichev O.I., Moshkovich Y.M. *Qualitative methods of decision making [Kachestvenniye metodi prinyatiya resheniy]* – M.: FIZMATLIT, 1996. – 128 p.
4. Luis K.D. *Methods of economic indicators forecasting [Metodi prognozirovaniya ekonomicheskikh pokazateley]*. – M.: Finance and Statistics, 1986. – 132 p.

5. *Nogin V.D. Decision making in multicriterial circumference: quantitative approach [Prinyatiye resheniy v mnogokriterialnoy srede: kolichestvenniy podhod]. – M.: FIZMATLIT, 2005. – 176 p.*
6. *Saati T. Decision making when dependences and feedbacks [Prinyatiye resheniy pri zavisimostyah i obratnih svyazyah]. – M.: Publisher «LKI», 2008. – 360 p.*

Стаття надійшла до редакції 25.12.2015

Рецензент – доктор технічних наук, професор, директор ІКІТН
К.В. Кошкін

УДК 629.5.068.4

Л.В. Пизинцали

**ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ СОЗДАНИЯ УТИЛИЗАЦИОННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
НА БАЗЕ СУДОРЕМОНТНОГО ЗАВОДА**

В статье был проведен анализ возможностей и перспектив целесообразности создания и развития на базе судоремонтных заводов утилизационного предприятия или участка по утилизации судов

Ключевые слова: утилизация, утилизационное предприятие, судоремонтный завод, основные производственные фонды, производственные мощности, судоремонт.

У статті був проведений аналіз можливостей і перспектив доцільності створення і розвитку на базі судоремонтних заводів підприємства утилізації або ділянки по утилізації суден

Ключові слова: утилізація, утилізаційне підприємство, судоремонтний завод, основні виробничі фонди, виробничі потужності, судоремонт.

The article was the analysis of opportunities and prospects of establishment and development on the basis of ship repair facilities ship recycling facility or a site on ship recycling

Keywords: recycling, recycling facility, shipyard, fixed assets, production capacity, ship.

Введение и актуальность. Модернизация заводов и возрождение флота в Украине требует новых подходов при проектировании судов, развитии судостроительных и судоремонтных заводов.

Судоремонтная промышленность Украины переживает период спада. С 1990 года объем судоремонта уменьшился более чем в 2 раза, коэффициент использования производственной мощности колебался от 0,6 до 0,4. Это связано с неблагоприятным экономическим положением Украины, снижением объемов внешнеторговых операций и, соответственно сокращением заходов судов в порты Украины и на судоремонтные заводы (СРЗ). Положение судоремонтных заводов усложняет и резкое удорожание стоимости энергоносителей и материалов, налоговый пресс, высокие ставки пошлин на импортируемые материалы и оборудование, неплатежи за выполненные работы. Судовладельцы при выборе баз ремонта все чаще и совершенно необоснованно отдают предпочтение иностранным ремонтным базам. При этом отечественные СРЗ теряют наиболее квалифицированные кадры, оборудование, технологии устаревают, судоподъемные сооружения и площади приходят в аварийное состояние [1].

Исходя из вышесказанного, вопросы «реанимирования» СРЗ являются весьма актуальными.

© Пизинцали Л.В., 2015

Целью статьи является проведение анализа возможностей и перспектив создания и развития на базе СРЗ утилизационного предприятия (УП) или участка.

Несмотря на трудности последних лет, Украина по-прежнему обладает весьма развитой и многогранной морской и речной структурой.

Основные мощности судостроительной и судоремонтной индустрии, порты, трудовые ресурсы, наука и учебные заведения сконцентрированы в южной зоне Украины. Заводы отдалены друг от друга на относительно небольших расстояниях, что дает им хороший шанс по концентрации и развитию производства, кооперации, развитию машиностроения.

Разветвленная сеть судостроительных и СРЗ на юге Украины с хорошей технической базой и специалистами, может стать базой для развития подрядных организаций, фабрикации блоков, сборки надстроек, их оборудование и комплектации, а также изготовление и поставки на заводы необходимого оборудования и отдельных деталей. Все это повышает объемы переработки металла и снижает стоимость судна в целом.

Судостроительные и СРЗ, построенные в период СССР были нацелены на серийное производство и ремонт.

Система таких СРЗ предполагала, практически непрерывные судостроительные и судоремонтные работы. Сегодня, когда судостроительная и судоремонтная отрасль практически уничтожены и неимоверными усилиями, держаться на плаву, есть возможность ее возрождения, восстановления и развития в кратчайший период времени от 5 до 10 лет при небольшой финансовой поддержке – комплексная государственная программа.

На СРЗ при выполнении ремонта судов по каждому судну определяется следующая информация [2; 3]:

- полный объем ремонта в сметных нормо-часах;
- распределение объема ремонта по основным производственным цехам;
- интенсивность работы цехов на объектах;
- даты начала ремонта;
- допустимые отклонения от заданной даты ремонта;
- продолжительность ремонта;
- коэффициент предпочтения.

По каждому цеху рассчитывается суточная производственная мощность в сметных нормо-часах [4].

Из состава указанной информации следует выделить как наиболее сложные составляющие, играющие ведущую роль в расчете оптимального режима ремонта судов – интенсивность работы цехов на объектах и продолжительность ремонта судов. По этим видам информации выполнен подробный анализ Трусевым В.Г. [5].

При совершенствовании методов управления ходом производства существенное значение имеет обеспечение рациональных закономерностей освоения работ в течение периода ремонта судна. Известно, что ин-

тенсивность освоения ремонтных работ изменяется на различных стадиях ремонтного цикла. Анализ отчетно-статистических данных по ряду серий судов [5] показывает, что центр тяжести загрузки основных цехов приходится на вторую половину ремонтного периода. Результаты анализа представлены в сводном виде на рис. 1. Эти результаты характеризуют специфическое для ремонтного производства отставание стадии технологической подготовки, производства, недостаточное раскрытие фронта ремонтных работ и, в конечном счете, перегрузку сдаточной стадии ремонта.

Анализ технологических графиков ремонта судов – представителей той же совокупности показывает возможность существенного перераспределения характера загрузки основных цехов и перенесение ее центра тяжести на первую половину ремонта. Результаты анализа представлены в сводном виде на рис. 2. Количественная оценка величины такого перераспределения в процентах от общего объема ремонта, исходя из сопоставления сводных данных анализа, приведена в таблице 1.

Таблица 1

Количественная оценка величины перераспределения загрузки основных цехов СРЗ в процентах от общего объема ремонта

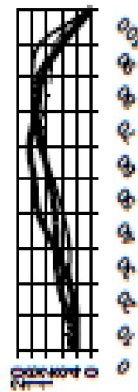
Номер п/п	Название цеха	Количественная оценка величины перераспределения, %
1	Корпусно-котельный	24,7
2	Механический	4,3
3	Трубопроводный	17,6
4	Деревообделочный	14,8
5	Электроремонтный	7,2

Необходимость практической реализации перераспределения загрузки определяется следующими факторами:

- более ранним устранением характерной для судоремонта информационной неопределенности производственного процесса;
- раскрытием на подготовительной стадии ремонта широкого фронта работ, доступных для исполнения;
- устранением «штормовщины» на сдаточной стадии ремонта судна.

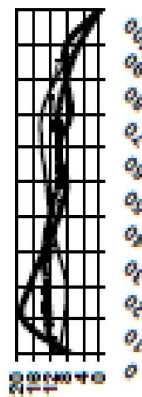
Основные производственные фонды (ОПФ) СРЗ подвергаются физическому и моральному износу. Изношенное оборудование должно заменяться на новое. Даже если старая техника ещё может работать, под действием морального износа она должна обновляться за счет внедрения более совершенной технологии, иначе завод не будет конкурентоспособным.

Корпусно-котельний цех



Период ремонта, %	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Удельная нагрузка, %	4,5	5,8	8,9	11,9	12,2	13,4	14,4	13,0	10,8	3,3

Механический цех



Период ремонта, %	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Удельная нагрузка, %	10,2	11,8	11,7	11,0	10,7	10,9	11,0	12,1	8,0	5,2

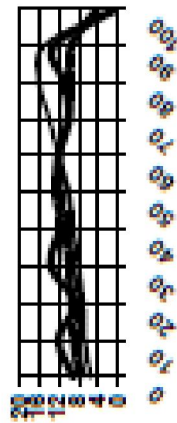
Трубопроводный цех



Период ремонта, %	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Удельная нагрузка, %	6,7	8	10	12,4	12	12,2	13,2	11,2	10,0	3,0

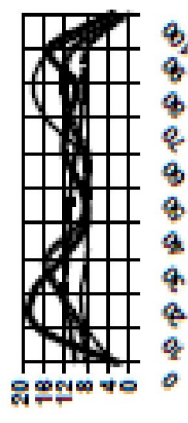
Рис. 1. Сравнительное распределение удельной нагрузки основных цехов СРЗ в течение ремонтного периода

Деревообделочный цех



Период резанья, %	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Удельная загрузка, %	8,0	10,0	8,0	10,8	11,4	11,2	10,8	12,2	11,6	5,4

Электроремонтный цех



Период резанья, %	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Удельная загрузка, %	8,1	11,8	12,7	9,7	2,5	8,9	12,8	11,9	12,1	3,4

— Сумм. закрываемые на Ильяшовском ЦРП — Сумм. закрываемые на Ружичском ЦРП
 - - - - - Сумм. закрываемые на Олександрівському м. Пункті - - - - - Сумм. закриваемые на «Група»

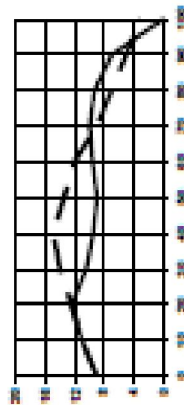
Продолжение рис. 1

Корпусно-когезивний цех



Період ремонту, %	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Удільна частота, %	8	13	13	18	18	8	9	4	3	2

Мезантинговий цех



Період ремонту, %	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Удільна частота, %	10	11	12	13	13	12	10	8	6	9

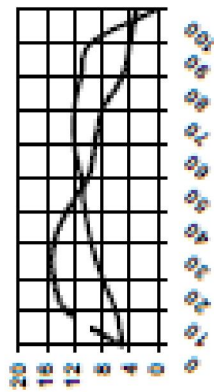
Трубопровідний цех



Період ремонту, %	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Удільна частота, %	10	11	12	13	13	12	10	8	6	9

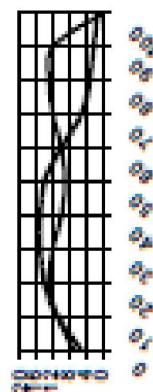
Рис. 2. Радіометричне розподілення удільної частоти основних цехів СРЗ в місячні ремонтні періоди

Деревообделочный цех



Период ремонта, %	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Усього нагрома, %	11	14	16	13	11	11	18	8	4	2

Электроремонтный цех



Период ремонта, %	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100
Усього нагрома, %	11	14	13	10	9	11	12	13	5	4

— Статистическое распределение
удельной нагрузки цеха
- - - - - Расчетное распределение
удельной нагрузки цеха

Продолжение рис. 2

Но основное влияние на характер и темпы изменений, которые должны происходить с ОПФ СРЗ, оказывает флот, ремонтируемый на СРЗ. Меняются типы судов, постоянно совершенствуется судовая техника. На СРЗ появляется потребность в новых судоподъемных сооружениях, более глубоководных причалах, оснащенных крановым оборудованием с повышенными параметрами. Ремонт люковых закрытий вызывает необходимость увеличивать проём ворот в цехе, чтобы доставить туда люковую крышку. Всё это требует проведения на заводе работ, требующих немалых средств.

Не будем забывать, что большинство ныне действующих СРЗ были созданы многие десятилетия тому назад и их ОПФ если и менялись, то весьма медленно.

Однако кроме необходимости обновлять изношенные ОПФ, приводить их в соответствие с потребностями ремонтируемых судов существует также потребность в устранении диспропорций между производственными подразделениями завода. Когда проектируется новый завод под определённую расчётную производственную программу (ПП), все его цехи, а также СПС и причалы обеспечивают выпуск комплексной продукции при условиях полной загрузки всех основных производственных подразделений. Иначе говоря, проектная производственная мощность (ПМ) предполагает вполне определённые пропорции между подразделениями СРЗ. Например, корпусный цех выпускает 23 % ПП, механосборочный – 30 %, трубопроводный – 10 % и т.д. Но по истечении нескольких лет вследствие старения флота изнашивались корпуса судов, трубопроводы, возникли какие-то новшества в судовой технике, например, поменялись конструкции люковых закрытий. При этом доля работ корпусного цеха стала 40 %, трубопроводного – 20 %, а механосборочного снизилась до 15 %. Вследствие увеличения загрузки корпусного цеха стало не хватать площадей цеха, часть работ пришлось выполнять на открытых площадках. Например, работ по ремонту люковых закрытий. Реальная ПП цеха превысила его проектную ПМ [6].

В то же время уменьшившаяся загрузка механосборочного цеха увеличила резервы его ПМ. Он мог бы принять для выполнения ещё заказы, т.к. часть его оборудования простаивало, но для выполнения сложившейся ПП по судоремонту их не было.

Таким образом, образовалась диспропорция: перегрузка корпусного цеха и недогрузка механосборочного. И то, и другое негативно влияет на работу завода.

Перегрузка подразделения требует увеличения численности рабочих и обеспечения их надлежащими рабочими местами, в противном случае снижается производительность труда, замедляются темпы ремонта судов.

Недогрузка цеха также нежелательна, так как при этом не используется оборудование, для приобретения которого вложены значительные средства, и простаивают рабочие, которым нужно платить зарплату. Если

их уволить, то где гарантия того, что в следующем году объем работы не возрастет и их потребуется звать обратно. А они уже будут работать в другом месте.

Для того чтобы компенсировать подобные перепады загрузки, на СРЗ и существуют такие статьи ПП как «машиностроение» и «прочие работы». Если возникает необходимость дополнительной загрузки корпусного цеха, стараются организовать выпуск продукции судостроения, как правило, мелкого и самоходного.

Колебания загрузки свойственны всем СРЗ. Ярким примером этого являлась практика работы судостроительно-судоремонтных заводов Речфлота. Зимой, во время ледостава, мощности всех цехов были загружены судоремонтом. Летом, в период навигации, резервы ПМ цехов корпусной группы использовались для мелкого судостроения, механической группы – для машиностроения.

Хуже, когда проявляется постоянная перегрузка каких-либо цехов. Эти диспропорции ведут к снижению эффективности использования ОПФ и, как следствие, к потере конкурентоспособности завода по сравнению с другими СРЗ.

Ликвидировать такие диспропорции можно только путем привлечения инвестиций в реконструкцию или расширение СРЗ или частичное перепрофилирование, когда будут созданы недостающие площади цехов, обновлено оборудование, построены дополнительные причалы, если их не хватало на заводе, созданы новые стапельные места СПС.

Количественно измерить имеющиеся диспропорции можно только путем проведения расчетов ПМ по методике, предложенной Л.В. Мартыновым [6] в соответствии с «Межведомственной инструкцией по определению производственной мощности судоремонтных предприятий».

Инвестиции или капитальные вложения осуществляются в соответствии с принятой воспроизводственной структурой, которая может предусматривать:

- 1) техническое перевооружение, в основном обновление оборудования;
- 2) реконструкцию цехов и хозяйств СРЗ в пределах существующих площадей;
- 3) расширение, т.е. увеличение существующих площадей;
- 4) расширение с реконструкцией;
- 5) новое строительство, т.е. создание нового СРЗ.

В совокупности указанные факторы обеспечивают возможности для широкого маневрирования ресурсами в процессе их распределения по судам и ремонтным работам, отсутствующие в традиционных условиях, в связи с жестким характером хода работ, обусловленным отставанием подготовительных и «машиностроительных» работ. В результате будут созданы реальные предпосылки для увеличения концентрации ресурсов на отдельных объектах, уменьшения количества одновременно ремонтируемых судов и сокращения сроков ремонта.

Анализ загрузки цехов в течение ремонтного периода показывает, что одним из путей выравнивания распределения загрузки цехов является загрузка их утилизационными работами в период простоя. Утилизация позволит выровнять распределения удельной загрузки основных цехов, и выйти на «прямую» загрузки – на 100 % .

По нашему мнению, один из путей реанимирования судостроительных и судоремонтных заводов, является перепрофилирование их полностью или частично в УП. Вложения будут относительно минимальные, так как, во-первых, сохранена хорошая техническая база; во-вторых, жив и работает научно-исследовательский потенциал, способный обеспечить заводы современными проектами и разработками, как по строительству флота, так и реконструкции и модернизации заводов. Например, в городах Одесса и Николаев находятся более 20 научно-исследовательских предприятий, высших и средне-специальных учебных заведений, сеть колледжей и морских школ. В-третьих, нельзя не отметить и выгодное географическое положение, и прекрасные климатические условия: короткий зимний период со стабильными плюсовыми температурами и сухим климатом – менее 30 дождливых дней в году (Корея, Япония – 75-80 дождливых дней в году), что дает возможность развития и кооперации производства.

Кроме того, разветвленная сеть судоремонтных заводов на юге Украины с хорошей технической базой и специалистами, может стать базой для развития подрядных организаций, фабрикация блоков, сборки надстроек, их оборудование и комплектации, а также изготовление и поставки на заводы необходимого оборудования и отдельных деталей. Все это повышает объемы переработки металла и снижает стоимость судна, стоимость его ремонта и утилизации в целом [7].

Разрабатывая проект УП на базе СРЗ, проведем анализ и сравнение организационных структур этих предприятий.

В таблице 2 представлена структура СРЗ, а в таблице 3 представлена структура УП.

Сравнивая данные таблиц 2 и 3 видно, что основные производственные фонды СРЗ и УП на 95 % идентичны, минимальные вложения в перепрофилирование СРЗ, а точнее создание участка гидрорезки в корпусно-разделочном цехе, выделение или создание дополнительного складского помещения для «секонд-хенда», перепрофилирование экономического отдела и др. позволит с минимальными затратами решить проблему утилизации судов в Украине и в Европе.

Украинский рынок судоремонта по потенциальным объемам можно представить в виде следующих составляющих:

– потребность в ремонте судов ЧМП и судоходных компаний, созданных на его базе;

Таблиця 2

Структура судоремонтного заводу

Цехи		
Производственные	Вспомогательные	Заготовительные
– корпусные;	– инструментальный;	– литейные;
– механосборочный;	– ремонтно-механический;	– кузнечный;
– трубопроводный;	– ремонтно-энергетический;	– лесопильный
– электромонтажный;	– транспортный;	
– доковый;	– ремонтно-строительный	
– деревообделочный;		
– специализированный (ДВС, ТА);		
– навигационного ремонта		
Обслуживающие хозяйства		
– экономический отдел: продаж; менеджмента; бухгалтерия.		
– экологическая служба		
– складское хозяйство:– энергетические подразделения и службы; – кислородные станции, очистные сооружения; – заводские плавсредства; – административно-хозяйственные службы		

Таблиця 3

Структура утилизационного предприятия

Цехи		
Производственные	Вспомогательные	Перерабатывающие
1	2	3
– корпусно-разделочный с участком гидрорезки;	– инструментальный;	– литейные;
– механоразделочный;	– ремонтно-механический;	– кузнечный;
– трубопроводный;	– ремонтно-энергетический;	– лесопильный
– электромонтажный;	– транспортный;	
– доковый (очистительно-окрасочный);	– ремонтно-строительный	
– дереворазделочный;		
– специализированный (ДВС, ТА);		
– навигационного ремонта		

Продолжение табл. 3

1	2	3
Обслуживающие хозяйства		
– экономический отдел: продаж «секонд-хенда»; менеджмента; бухгалтерия		
– экологическая служба		
– складское хозяйство:– энергетические подразделения и службы; – кислородные станции, очистные сооружения; – плавсредства предприятия; – административно-хозяйственные службы; – складские помещения для «секонд-хенда»		

– потребность в ремонте флота государственных судовладельцев Украины и флота ВМС, оперирующих в Средиземноморско-Черноморском бассейне (кроме ЧМП и Судходных компаний, созданных на его базе);

– потребность в ремонте флота негосударственных судовладельцев Украины; – потребность в ремонте иностранных судов, заходящих в порты Средиземноморско-Черноморского бассейна;

– потребность в ремонте иностранных судов, заходящих в Ильичевск, Одессу и ближайшие порты Дуная (через канал Рейн-Майн-Дунай).

Оценка ёмкости потенциального украинского рынка судоремонта в стоимостном выражении по указанным составляющим выполнялась с использованием следующих материалов [8-10].

По этой оценке освоение регионального рынка судоремонта судоремонтными предприятиями Украины может достигать 27 % от его общей мощности.

Выводы. Анализ состояния и тенденций развития рынка технического сервиса морских судов позволяет сделать вывод, что перспектива судоремонтных предприятий достаточно надежная и судоремонт в ближайшие несколько десятилетий будет интенсивно развиваться.

Этот вывод подтверждается фактами приведенными ниже.

Во-первых, мировой судоремонт в текущем десятилетии уверенно развивается, стоимость работ возрастает, численность работающих увеличивается, а технологии обновляются. Объясняется это отказом судовладельцев от концепции кратковременного использования судов (7-10 лет) с последующей их заменой. На практике доказана эффективность работы судов значительного возраста (25 лет и более) при рациональной структуре эксплуатационно-ремонтного цикла. Эта тенденция воспринята органами классификации и надзора (Лloyd, Регистр, Бюро Веритас и др.), которые создали специальные положения по возрастным судам.

Во-вторых, в Черноморско-Азовском регионе на российском участке есть только четыре СРЗ, которые незначительны по возможностям и ограничены в развитии (Новороссийский, Туапсинский, Таганрог-

ский и Ростовский). В портах Грузии судоремонт практически отсутствует. Развитыми судоремонтными базами Румыния, Греция, Болгария и Турция не обладают (по крайней мере, технологическими мощностями). Таким образом, СРЗ Украины в пределах Черного моря обладают высоким конкурентным рейтингом.

Третьим аргументом, хотя и несколько условным, можно считать интенсивный рост различных акционерных и частных судоремонтных фирм, пик которого пришелся на начало 90-х годов. Это подтверждает наличие спроса на судоремонтную продукцию и возможности ее финансово-экономического обеспечения.

Следовательно, пути выхода из кризисного состояния судоремонтной отрасли следует искать не в ее сворачивании, а в поиске новых форм работы с заказчиком, расширении сферы деятельности за счет выхода на внешний рынок и увеличении номенклатуры товаров и услуг, предлагаемых заводами.

На ближайшие годы правомерно прогнозировать следующие виды продукции, в производстве которых судоремонтные заводы Украины могут завоевать ведущие позиции:

- ремонт «старых» судов, включая поддерживающий ремонт;
- освоение современных технологий ремонта судов новых типов;
- модернизация судов;
- комплексное выполнение работ по технологическому обслуживанию и ремонту судов;
- утилизация судов, производство контейнеров;
- строительство пассажирских катеров и судов небольшого дедвейта.

Проведенный выше анализ, еще раз подчеркивает и показывает перспективы создания и развития на базе СРЗ УП или участка.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Леонов А.А. Современные проблемы функционирования и развития судоремонтных предприятий в Украине // Материалы третьей научно-практической конференции «Социально-экономические реформы в контексте европейского выбора Украины» – 20-21 апреля 2006 г.*
2. *Трусев В.Г. Оптимизация оперативного управления на судоремонтных предприятиях // Экономика судостроительной промышленности. – 1973. – Вып. 1 (21). – С. 109-115.*
3. *Трусев В.Г. Пути совершенствования оперативного управления судоремонтным производством // Труды ЧерноморНИИпроекта. – Вып. 3. – М.: Реклабюро ММФ, 1974.*
4. *Месаревич М., Такахара Я. Общая теория систем. Математические основы. – М.: Мир, 1979. – 311 с.*

5. *Трусев В.Г. Методы и модели оперативного управления ремонтом морских судов: Монография. – Одесса: ОИИМФ, 1992. – 93 с.*
6. *Мартынов Л.В. Основы проектирования судоремонтных предприятий: Учебное пособие. – Одесса: ОНМУ, 2011. – 92 с.*
7. *Пизинцали Л.В. Проектирование утилизационного предприятия на базе судоремонтного завода / Л.В. Пизинцали, Л.В. Кошарская // Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції «Управління проектами: стан та перспективи». – Миколаїв: НУК, 2015. – С. 116-117.*
8. *Национальная программа развития и обеспечения жизнедеятельности торгового флота Украины на период до 2000 г. – Одесса: ЮжНИИМФ, 1994. – 195 с.*
9. *Долгосрочная программа развития государственной судоходной компании «Черноморское морское пароходство» до 2005 г. – Одесса: ЮжНИИМФ, 1996. – 94 с.*
10. *Программа стабилизации развития морского и речного транспорта Украины до 2005 г. – Одесса: ЮжНИИМФ, 1998. – 94 с.*

Стаття надійшла до редакції 25.12.2016

Рецензенти:

доктор технічних наук, професор, проректор з навчально-організаційної роботи Одеського національного морського університету
А.В. Шахов

доктор технічних наук, професор кафедри «Бізнесадміністрування та корпоративна безпека» Міжнародного гуманітарного університету
А.І.Рибак

АВТОРИ ЗБІРНИКА

Автутов Микола Володимирович – директор з перспективного розвитку, головний конструктор Морського інженерного бюро, м. Одеса

Вишневецький Дмитро Олегович – аспірант кафедри «Морські перевезення» Одеського національного морського університету

Ворона Оксана Олександрівна – керівник групи, головний спеціаліст Морського інженерного бюро, м. Одеса

Єгоров Геннадій В'ячеславович – доктор технічних наук, професор, генеральний директор Морського інженерного бюро, м. Одеса

Єгоров Олександр Геннадійович – мол. наук. співпрацівник Морського інженерного бюро, м. Одеса

Жіжа Борис Андрійович – кандидат технічних наук, доцент, керівник холдингу агентсько-експедиторських компаній «ЛАМАН-ШИПИНГ ЕЙДЖЕНСІ»

Засць Анастасія Юрійовна – асистент кафедри «Теорія та проектування корабля ім. проф. Ю.Л. Воробйова» Одеського національного морського університету

Ільницький Ігор Анатолійович – перший заступник генерального директора Морського інженерного бюро, м. Одеса

Крук Юрій Юрійович – аспірант кафедри «Менеджмент і маркетинг на морському транспорті» Одеського національного морського університету

Лапкін Олександр Іванович – доктор технічних наук, доцент кафедри «Комерційне забезпечення транспортних процесів» Одеського національного морського університету

Медведєв Станіслав Олександрович – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Теорія механізмів і машин й деталі машин» Одеського національного морського університету

Мошнянський Анатолій Федорович – кандидат технічних наук, професор кафедри «Технічна кібернетика» Одеського національного морського університету

АВТОРИ ЗБІРНИКА

Мошнянський Олексій Анатолійович – заступник директора сюрвеєрської компанії «Югас»

Петров Ігор Михайлович – кандидат технічних наук, доцент, професор Національного університету «Одеська морська академія», професор кафедри «Морські перевезення» НУ «ОМА», академік Транспортної академії України, член Морського інституту Великобританії, капітан далекого плавання

Пізінцалі Людмила Вікторівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Судноремонт» Одеського національного морського університету

Черній Вячеслав Олександрович – заступник керівника групи, науковий співробітник Морського інженерного бюро, м. Одеса

Чернова Любава Сергіївна – аспірант кафедри «Управління проектами» Миколаївського національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова

Чумак Оксана – асистент кафедри «Технічна кібернетика» Одеського національного морського університету

Шибасв Олександр Григорович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Морські перевезення» Одеського національного морського університету

Наукове видання

**ВІСНИК
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
МОРСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

Збірник наукових праць

Випуск 4 (46)

Засновник – Одеський національний морський університет

*Українською, російською
та англійською мовами*

Видається з червня 1997 р.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 4242 від 26.12.2011 р.

Підписано до друку з оригінал-макету 18.12.2015.
Формат 70x108/16. Папір офсетний. Ум. друк. арк. 11,6 .
Замовлення № 302 .

Надруковано у Видавництві ОНМУ
65029, м. Одеса, вул. Мечникова, 34.
Тел. 728 31 14