

# ВІСНИК

ОДЕСЬКОГО  
НАЦІОНАЛЬНОГО  
МОРСЬКОГО  
УНІВЕРСИТЕТУ

55

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



**ВІСНИК  
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО  
МОРСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

*Збірник наукових праць*

**ВИПУСК 2 (55)**

*Заснований у червні 1997 року*

**Одеса – 2018**

ОДЕСЬКИЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ВІСНИК  
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО МОРСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

№ 2 (55)  
2018

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 наукових фахових видань України,  
в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт  
на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук  
(Наказ Міністерства освіти і науки України № 820 від 11.07.16)

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

Редакційна колегія:  
д-р техн. 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 А.В.</i>	д-р техн. наук, проф.	<i>Коростильов Л.І.</i>
д-р техн. наук, проф.	<i>Дубровський М.П.</i>	д-р економ. наук, проф.	<i>Латідна І.О.</i>
д-р техн. наук	<i>Дульнев О.І. (Росія)</i>	д-р економ. наук, проф.	<i>Махуренко Г.С.</i>
д-р техн. наук, проф.	<i>Єгоров Г.В.</i>	д-р економ. наук, проф.	<i>Постан М.Я.</i>
д-р техн. наук, проф.	<i>Єзунов К.В.</i>	д-р техн. наук, проф.	<i>Яровенко В.О.</i>

Рекомендовано до друку Вченою радою  
Одеського національного морського університету  
(протокол № 12 від 27 червня 2018 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.

© Вісник Одеського національного морського університету, 2018

ЗМІСТ

---

---

**ТЕОРІЯ І ПРОЕКТУВАННЯ СУДЕН**

**Егоров Г.В., Тонюк В.И.**

Танкер-химовоз смешанного плавания «Волго-Дон макс» класса со «сверхполными» обводами проекта RST27M ..... 5

**Егоров А.Г.**

Выбор величины зазора между гребным винтом и корпусом судна – нормирование и практика проектирования ... 20

**Воленюк Л.С.**

Математична модель процесу спуску судна на пневматичних балонах ..... 40

**МОРСЬКІ ПОРТИ ТА ГІДРОТЕХНІЧНІ СПОРУДИ**

**Дубровський М.П., Петросян В.М., Калюжний О.В., Калюжна В.Є.**

Аналіз сучасного стану експлуатованих причальних споруд морських портів України ..... 51

**ПРОЕКТУВАННЯ ТА МІЦНІСТЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

**Стальниченко О.И., Иоргачев Д.В., Иоргачев В.Д.**

Исследование эффективности ультразвуковой ударной обработки для упрочнения сварных конструкций ..... 62

**Коноплёв А.В., Кононова О.Н.**

Оценка сопротивления усталости восстановленных деталей судовых машин и механизмов ..... 68

**ЕКСПЛУАТАЦІЯ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК**

**Логішев І.В., Царьов Л.М.**

Оцінка енергоефективності роботи судна «Ocean Starlet» української судноплавної компанії «Каалбай Шиппинг» ..... 75

**ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**Король В.Ю.**

Обґрунтування транспортно-технологічних схем доставки вантажів у діяльності експедиторських компаній ..... 82

**Петров И.М.**

Лицензирование как фактор повышения эффективности функционирования сервисных эргатических систем ..... 96

**Ходікова І.В.**

Характеристика транспортного забезпечення туристичної галузі 110



**УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ТА ПРОГРАМАМИ**

<b>Вишневська О.Д., Вишневський Д.О.</b>	
Урахування можливого негативного впливу виробничих та комерційних факторів в процесах управління роботою суден	120
<b>Нещерет В.І., Панченко Т.Д., Стародуб В.І.</b>	
Особливості локально-оптимальної стабілізації нелінійної системи	127
<b>Пизинцали Л.В., Александровская Н.И.</b>	
Украина – рециклинг черных металлов, как часть утилизации морских судов	140
<b>ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ НАУКОВИХ СТАТЕЙ</b>	157

УДК 629.5.01

**ТАНКЕР-ХИМОВОЗ  
СМЕШАННОГО ПЛАВАННЯ «ВОЛГО-ДОН МАКС» КЛАССА  
СО «СВЕРХПОЛНЫМИ» ОБВОДАМИ ПРОЕКТА RST27M**

**Г.В. Егоров**  
д.т.н., професор, генеральний директор  
**В.И. Тонюк**  
к.т.н., доцент, технічний директор

*Морское Инженерное Бюро, г. Одесса*

***Аннотация.** В статье показано, что суда со «сверхполными» обводами «Волго-Дон макс» класса, созданные Морским Инженерным Бюро, являются самыми современными и экономически эффективными в своем классе на сегодняшний день.*

*Подчеркнуты особенности концепта танкера проекта RST27M, его отличия от базового танкера проекта RST27. Танкер-химовоз нового проекта RST27M имеет усиленную морскую функцию – при максимальной осадке 4,60 м фактический дедвейт составляет 7902 тонн. Объем грузовых танков рассчитан на перевозку нефтепродуктов Каспийского региона и увеличен за счет подъема тронка до 8970 м<sup>3</sup>. Кроме того, обеспечивается возможность перевозки трех сортов груза одновременно.*

***Ключевые слова:** проектирование, танкер смешанного плавания, коэффициент полноты, номенклатура грузов, экономика, экология, безопасность.*

**ТАНКЕР-ХИМОВОЗ  
ЗМІШАНОГО ПЛАВАННЯ «ВОЛГО-ДОН МАКС» КЛАСУ  
З «ПОНАДПОВНИМИ» ОБВОДАМИ ПРОЕКТУ RST27M**

**Г.В. Егоров**  
д.т.н., професор, генеральний директор  
**В.І. Тонюк**  
к.т.н., доцент, генеральний директор

*Морське Інженерне Бюро, м. Одеса*

***Анотация.** У статті показано, що судна з «понадповнними» обводами «Волго-Дон макс» класу, створені Морським Інженерним Бюро, є найсучаснішими й самими економічно ефективними у своєму класі на сьогоднішній день.*

*Підкреслено особливості концепту танкера проекту RST27M, його відмінності від базового танкера проекту RST27. Танкер-хімовоз нового проекту RST27M має посилену морську функцію – при максимальній осадці 4,60 м фактичний дедвейт становить 7902 тонн.*

*Обсяг вантажних танків розрахований на перевезення нафтопродуктів Каспійського регіону й збільшений за рахунок підйому тронка до 8970 м<sup>3</sup>. Крім того, забезпечується можливість перевезення трьох сортів вантажу одночасно.*

*Ключові слова: проектування, танкер змішаного плавання, коефіцієнт повноти, номенклатура вантажів, економіка, екологія, безпека.*

УДК 629.5.01

**THE OIL/CHEMICAL SEA AND RIVER-SEA TANKER «VOLGO-DON MAX» CLASS WITH «SUPER FULL» HULL OF THE PROJECT RST27M**

**G.V. Egorov**

Doctor of technical sciences, professor, general director

**V.I. Tonyuk**

Ph.D., Associate Professor, Technical Director

*Marine Engineering Bureau, Odessa*

*Abstract. In paper it is shown that vessels with «superfull» contours of «Volgo-Don max» class, created by Marine Engineering Bureau, are the most modern and the most cost-efficient in that class today.*

*Features of RST27M tanker concept, its difference from RST27 basic tanker are emphasised. New RST27M chemical tanker has strengthened sea function. The actual deadweight makes 7902 tons on maximal draught of 4,60 m. The volume of cargo tanks is calculated for Caspian region oil products transportation and increased to 8970 m<sup>3</sup> due to trunk raising. Therewith possibility of simultaneous transportation of three cargo grades is provided.*

*Keywords: design, river-sea tanker, block coefficient, freight nomenclature, economy, ecology, safety.*

**Постановка проблеми.** Сегодня наиболее заметным явлением в воднотранспортной отрасли является массовая постройка необычных для всей практики мирового судостроения «сверхполных» танкеров смешанного река-море плавания проекта RST27 и созданных на их базе комбинированных судов (танкеров-площадок) проекта RST54 и танкеров-химовозов проекта RST27M [1; 2; 16].

Действительно, трудно не заметить, как за три года отечественными заводами было поставлено 54 судна этих проектов. Такие темпы и такая массовая серия были характерны для лучших периодов советского судостроения и это, конечно, очень достойное сравнение для сегодняшних отечественных верфей [3].

Британское Королевское общество корабельных инженеров RINA в число лучших судов года в мире дважды включало проект RST27 (Significant Ships of 2012 и Significant Ships of 2013), что само по себе случается очень редко, а в 2014 году и проект RST54 (Significant Ships of 2014).

Уже при строительстве судов проектов RST27 происходило существенное расширение спектра перевозимых наливных грузов: к нефти и нефтепродуктам сначала были добавлены грузы, подпадающие под общее название «растительное масло» (а среди них и компоненты биотоплива, и знаменитое сейчас пальмовое масло и т.п.), а затем и другая «легкая» химия, впрочем, требующая выполнения нормативов по непотопляемости и оборудованию, а также по покрытиям танков к химвозу типа ИМО 2.

Наконец, рост перевозок по Каспийскому морю потребовал увеличения грузоподъемности при осадках, характерных для портов Ирана и Туркмении. В итоге был создан новый концепт RST27M.

Целью статьи является описание и обоснование главных характеристик концепта танкера-продуктовоза-химвоза ИМО 2 проекта RST27M.

**Изложение основного материала.** Решение внешней задачи проектирования, включая определения основных характеристик нефтеналивных ССП, основывается на анализе грузопотоков нефти и нефтепродуктов с определением основных видов наливных грузов, пунктов погрузки, перегрузки и выгрузки, коммерческих особенностей и продолжительности рейсов. Такие исследования имели место в публикациях [4; 5; 6] (по европейской части России), в [7; 8; 9; 10] (по восточным бассейнам), а также в обобщенном виде в [3; 11; 12].

Главная тенденция второго десятилетия XXI века – строительство «сверхполных» грузовых судов для Единой глубоководной системы (ЕГС) России, а именно танкеров смешанного река-море плавания «Волго-Дон макс» класса с существенно увеличенной речной грузоподъемностью проекта RST27 и судов, созданных на их базе [1; 2; 4; 13; 14].

Принципиальной особенностью этой новой тенденцией является «расширение» узких мест внутреннего водного транспорта за счет новых технических решений.

Другими словами, происходит увеличение провозоспособности за счет максимального использования фактических путевых условий (максимально возможные длина, ширина судна), а главное – за счет экстремально полных обводов, ранее не применявшихся в мировой практике.

В 2011 году, используя полученное Бюро теоретическое решение о возможности увеличения коэффициента общей полноты, был создан танкер смешанного река-море плавания «Волго-Дон макс» класса проекта RST27 типа «ВФ танкер» с «сверхполными» обводами. Такой танкер, сохраняя по району плавания класс R2 и возможность круглогодичной эксплуатации танкера типа «Армада», получил существенно увеличенную грузоподъемность в реке – дедейт при осадке 3,60 м 5420 тонн.

Однако к 2014 году внутренний водный транспорт столкнулся с серьезной проблемой – маловодностью.

Наибольшее падение грузопотока наблюдалось на внутренних водных путях европейской части в направлении на Волго-Балт на 40-километровом участке от Городецких шлюзов № 15-16 до г. Балахна,

где с июля 2014 года только каждый четвёртый день проходили суда с осадкой в 2,5 м, а в целом обеспечивался пропуск судов с осадкой менее 1,9 м. Это при том, что расчетной осадкой для ЕГС является осадка в 3,60 м.

Вообще навигация 2014 года проходила в условиях низкой водности, уровни ниже проектных значений были зарегистрированы в 13 бассейнах, т.е. на 17,7 тыс. км внутренних водных путей (кроме Беломорско-Онежского и Обь-Иртышского).

В 2015 году существенно осложнилась обстановка в южной части ЕГС. В связи с прогнозируемой низкой водностью на Нижнем Дону Донское бассейновое водное управление разработало режим работы Цимлянского водохранилища, который предполагает в период с 24 мая по 9 июня 2015 года сбросы в объеме 250 м<sup>3</sup>/с, которые в свою очередь обеспечат глубины не более 2,90 м. При этом судовладельцы просили обеспечить минимальные гарантированные глубины хоты бы в пределах 3,10-3,20 м, что позволило грузить суда на осадку в 3,00 м.

Следует понимать, что недогруз судна «Волго-Дон макс класса» на 60 см (т.е. вместо 3,60 м 3,00 м) приводит к потере грузоподъемности в 1200-1350 тонн (см. таблицу 1).

Как следствие недогруза, для перевозки заданного количества груза требуется выполнить больше рейсов (по ВДСК, например, в 1,5 раза больше), а чем больше судов на канале, тем больше потери времени в ожидании своей очереди на шлюзование, соответственно длительность кругового рейса судна увеличивается.

*Таблица 1*

*Недогруз основных типов танкеров из недостатка глубин*

Осадка в реке, м	Пр.550А «Волгонефть»		RST54 «Балт Флот»		RST27 «ВФ Танкер»		RST22 «Новая Армада»	
	дедвейт, т	потеря дедвейта, т	дедвейт, т	потеря дедвейта, т	дедвейт, т	потеря дедвейта, т	дедвейт, т	потеря дедвейта, т
2,20	2259	-2641	2575	-3170	2250	-3170	1740	-2933
2,40	2629	-2271	3022	-2723	2697	-2723	2150	-2523
2,60	3002	-1899	3471	-2275	3145	-2275	2562	-2111
2,80	3377	-1524	3921	-1824	3596	-1824	2977	-1696
<b>3,00</b>	<b>3754</b>	<b>-1146</b>	<b>4375</b>	<b>-1370</b>	<b>4050</b>	<b>-1370</b>	<b>3394</b>	<b>-1279</b>
3,20	4134	-766	4831	-914	4506	-914	3817	-856
3,40	4516	-384	5288	-457	4963	-457	4244	-429
<b>3,60</b>	<b>4900</b>	<b>0</b>	<b>5745</b>	<b>0</b>	<b>5420</b>	<b>0</b>	<b>4673</b>	<b>0</b>

Но такое снижение загрузки судов (плюс рублевые ставки на перевозки) отразилось на финансовом состоянии главных судоходных компаний.

В результате недостатка глубин (и существенного снижения ставок) часть новых танкеров река-море плавания были выведены из смешанных перевозок в чисто морские перевозки.

См. в таблице 2 пример (из исследований к.т.н. А.Г. Егорова) фактического географического положения танкеров трех новых проектов. Например, 80 % судов с более тяжелыми корпусами (Армады, дедвейт которых при осадке 3,00 м составил 3400 тонн) работали в Каспии и других морях. Для «сверхполного» проекта RST27, наоборот, 80 % судов продолжали работать в режиме река-море перевозок.

*Таблица 2*

*Пример фактического географического положения танкеров река-море плавания в связи с недостатком глубин на ВВП (выборка июня 2015 года)*

Проект судна	Общее количество судов	Количество судов в рейсе (по регионам)			Количество судов в ожидании груза
		река-море перевозки	Каспийское море	другие моря	
RST27	29	19	3	3	4
RST25	5	1	3	1	-
005RST01, RST22, RST22M	26	3	4	17	2

К этим добавилось применение перевозчиками железнодорожного транспорта понижающих тарифов к перевозкам нефтепродуктов по направлениям параллельным ВВП в летний период, что поставило речные судоходные компании в неравные конкурентные условия и вынудило их искать дополнение к традиционным грузам за пределами внутренних водных путей.

Поэтому уже в 2017 году в строй вошли новые «сверхполные» танкеры-химовозы проекта RST27M с усиленной морской функцией. Улучшение технико-экономических параметров которых было осуществлено за счет роста высоты сечения (увеличения высоты непрерывного тронка):

- при максимальной осадке 4,60 м фактический дедвейт 7902 тонн (у проекта RST27 – фактический дедвейт 7022 тонн), что больше исходного варианта на 880 тонн;

- объем грузовых танков рассчитан на перевозку нефтепродуктов Каспийского региона и увеличен за счет подъема тронка до 8970 м<sup>3</sup> (у RST27 – 8100 м<sup>3</sup>), т.е. на 870 м<sup>3</sup> – чтобы можно было реализовать дополнительную грузоподъемность в том числе и на дизельном топливе;

- возможность перевозки трех сортов груза (на RST27 два сорта груза), что принципиально важно для химически опасных наливных грузов.

Сравнение различных характеристик танкеров проектов RST27 и RST27M для большей наглядности в табличной форме приведено в таблице 3.

*Таблица 3*

*Развитие проектов танкеров-химовозов на базе RST27*

Параметры	Проект		Преимущества
	RST27M	RST27	
Дедвейт при максимальной осадке, т	7902	7922	+880
Объем грузовых цистерн, м <sup>3</sup>	8970 рассчитан на перевозку нефте-продуктов Каспийского региона, увеличен за счет подъема тронка	8100	+870
Количество сортов груза	3 существенно расширен перечень перевозимых грузов	2	+1

Безусловно, для судовладельцев новые суда должны быть самыми лучшими в своем классе. Понятно, что для достижения наибольшего экономического эффекта от эксплуатации грузового судна, необходимо, чтобы судно имело максимально возможный дедвейт. Для судов смешанного плавания, габаритные размерения которых ограничиваются путевыми условиями внутренних водных путей, определяющими прибыль судовладельца характеристиками являются рациональное проектирование корпусных конструкций и увеличение коэффициента общей полноты, а также оптимизация пропульсивного комплекса.

Вопросами оптимизации работы флота Морское Инженерное Бюро успешно занималось с начала основания компании в 1995 году [5].

Концепцию судов проекта RST27M можно сформулировать следующим образом: танкер с полным использованием габаритов ВДСК, коэффициентом общей полноты 0,932; увеличенной грузоподъемностью в море и в реке и стандартом прочности судового корпуса в море на уровне требований класса R2 PC; достаточной грузоместимостью при минимально возможной высоте борта; повышенной управляемостью в стесненных условиях, в шлюзах, каналах и на мелководье.

Главной особенностью танкеров смешанного река-море плавания проекта RST27M, по сравнению с иными судами нового поколения, является расширение спектра перевозимых грузов. В одном рейсе обеспечивается перевозка трех сортов груза.

Помимо нефти и нефтепродуктов, судно может перевозить расширенный перечень других грузов: масло касторовое; масло какао; масло кокосовое; масло кукурузное; масло хлопковое; масло арахисовое; масло ореха «бассия»; масло льняное; масло из косточек манго; масло оливко-

вое; масло пальмоядровое; олеин пальмоядровый; стеарин пальмоядровый; масло пальмовое; олеин пальмовый; стеарин пальмовый; масло рапсовое; масло рисовое; масло сафлоровое; масляного дерева масло; масло соевое; масло подсолнечное; масло тунговое; спирт метиловый; эфир трет-бутиловый метила; эфир трет-бутиловый этила; этиленгликоль; растворы лигносульфоната кальция; этилацетат; гексан (все изомеры); октанол (все изомеры); раствор гидроксида натрия; толуол; раствор нитрата карбамида/аммония; ксилолы; ацетон; спирт этиловый; спирт изопропиловый; диэтиленгликоль; глицерин.

В отношении технических решений было реализовано следующее:

- в соответствии с уже отработанными направлениями перевозок и оценкой возможных потерь ходового времени от простоев в ожидании погоды выбран класс РС R2, который позволяет безопасно эксплуатировать судно на переходах в Черном, Каспийском, Средиземном, Балтийском, Северным морях;

- в соответствии с накопленным опытом работы в Азовском и Каспийском морях принята ледовая категория Ice1;

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

- сохранен коэффициент общей полноты 0,932;

- за счет применения полноповоротных винто-рулевых колонок (ВРК) обеспечена требуемая управляемость и ходкость;

- назначены одинаковые, по возможности, толщины стенок рамного и холостого набора и обшивки для обеспечения равной долговечности по износу;

- конструкции борта и днища спроектированы на восприятие эксплуатационных нагрузок, большинство которых считаются до сих пор «непроектными» (контакты с гидросооружениями, грунтом и т.п.);

- за счет рационального применения основного и рамного набора обоснованно (обеспечивая требуемую местную прочность и устойчивость) сохранены толщины настилов и обшивок на уровне минимальных;

- исключен набор в грузовых танках (наружный набор тронка, поперечные переборки с вертикальными гофраами);

- с целью увеличения фактической усталостной долговечности «гладкие» конструкции поясков эквивалентного бруса спроектированы с минимальным количеством технологических вырезов и приварышей, использованы рационально выполненные узлы пересечения связей и осуществлено плавное изменение площадей продольных связей корпуса по длине;

- за счет рационального распределения балластных и сухих отсеков в двойных бортах и двойном дне исключена продольная переборка в ДП, тем самым, снижена металлоемкость корпуса.



Суда удовлетворяют габаритам Волго-Донского судоходного канала и Волго-Балтийского пути. Габаритная длина составляет 140,85 м, ширина – 16,7 м, высота борта – 6,0 м.

Класс Российского Морского Регистра Судоходства KM ★ Ice1 1 R2 AUT1-ICS VCS ECO-S OMBO Oil tanker /Chemical tanker type 2 (ESP).

При проектировании учтены специальные требования российских и мировых нефтяных компаний, дополнительные экологические ограничения класса Российского морского Регистра судоходства «ЭКО ПРОЕКТ» (ECO-S) [15].

Вместимость шести грузовых танков и двух отстойных танков при 98 % заполнении – 8970 м<sup>3</sup>.

Следует отметить, что, несмотря на некоторое увеличение массы судна порожнем, фактический дедвейт в реке сохранился практически такой же как на RST27 (5363 тонн на RST27M против 5420 тонн на RST27), поэтому традиционные задачи на внутренних водных путях новые суда будут решать не хуже знаменитого исходного проекта RST27.

Танкер проекта RST27M представляет собой стальной однопалубный теплоход с двумя поворотными винто-рулевыми колонками, с баком и ютом, с кормовым расположением рубки и машинно-котельного отделения, с двойным дном, двойными бортами и тронком в районе грузовых танков.

Общее расположение судна проекта RST27M представлено на рисунке 1.

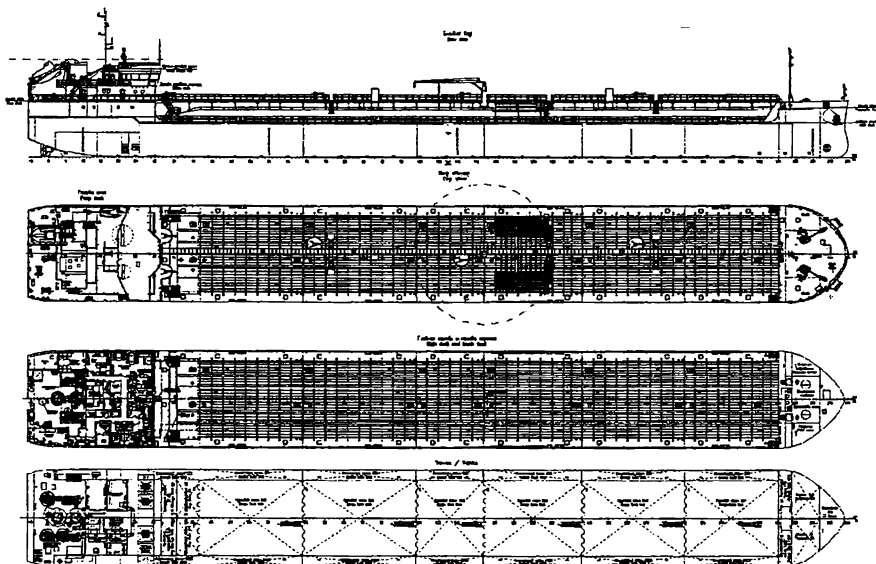



Рис. 1. Общее расположение судна проекта RST27M

Основные характеристики проекта представлены в таблице 4.

*Основные характеристики танкера проекта RST27M*

Параметр	Величина
Длина максимальная, м	140,85
Длина между перпендикулярами, м	137,10
Ширина расчетная, м	16,70
Высота борта, м	6,00
L x B x H	140,85 x 16,70 x 6,00 = 14 113
Осадка, м (в море / в реке)	4,60 / 3,60
Дедвейт, т (в море / в реке)	7902 / 5363
Автономность, сут. (в море / в реке)	20 / 12
Объем грузовых цистерн (включая отстойные), м <sup>3</sup>	8970
Количество грузовых/отстойных цистерн	8 (6 / 2)
Класс Российского Морского Регистра Судоходства	КМ  Ice1  1  R2 AUT1-ICS OMBO VCS ECO-S Oil tanker/Chemical tanker type 2 (ESP)
Мощность и тип ГД, кВт	2 x 1200
Винто-рулевое устройство	2 x ВРК
Подруливающее устройство, кВт	230
Вспомогательные ДГ + Аварийно-стояночный ДГ	3 x 296 кВт + 136 кВт
Вспомогательный паровой котел, т/ч	2 x 2,5
Экипаж / мест, чел.	12 / 14 + лоцман
Производительность грузовых насосов, м <sup>3</sup> /час	6 x 200
Кол-во манифольдов /Кол-во видов груза	2 на миделе + 1 кормовой по ПрБ / 3 вида
Подогрев груза	Змеевики
Мойка танков и очистка промывающей жидкости	Насос отстойного танка 80 м <sup>3</sup> /час
Скорость (при осадке 4,50 м и 85% МДМ), узлы	Не менее 10,0

В носовой оконечности с высоким и развитым по длине баком расположены форпик, шахта лага и эхолота, шкиперская, станция гидравлики, малярная, балластные танки правый и левый борт, помещение АПН, а также носовое подруливающее устройство мощностью 230 кВт.

В кормовой оконечности судна расположены МО и развитая высокая надстройка юта. Двухрусная кормовая рубка со служебными и жилыми помещениями для размещения экипажа численностью 12 чел. (14 мест, включая 2 резервных) спроектирована с учетом обеспечения ограниченного надводного габарита судна (13,9 м при осадке 3,0 м).

Теоретический корпус судна разработан Морским Инженерным Бюро и имеет цилиндрическую вставку протяженностью 0,78 и рекордный коэффициент общей полноты 0,932 (как у судов проекта RST27).

Применена бульбообразная форма носовой оконечности, кормовая оконечность – транцевая, с полутоннелями и скегом. На начальном этапе моделирование буксировочных испытаний выполнялось путем решения уравнений Рейнольдса конечно-объемным методом в расчетной области, внутри которой помещена 3D модель корпуса судна. Уравнения движения жидкости замкнуты при помощи статистической модели турбулентности для случая несжимаемой жидкости.

Специальная форма кормовой оконечности оптимизирована под размещение ВРК, так как для судов «Волго-Дон макс» класса оптимальным с позиций топливной эффективности является вариант двухвального пропульсивного комплекса с гребными винтами фиксированного шага в направляющих насадках (ВРК) [16].

На проекте RST27M движение и управляемость судна обеспечивается двумя кормовыми полноповоротными ВРК с винтами фиксированного шага диаметром 1900 мм в насадках. Привод к ВРК от главных дизелей осуществляется через механическую Z-передачу. Мощность на входе к каждой ВРК – 1200 кВт. Управление винто-рулевыми колонками осуществляется из рулевой рубки на пульте судовождения, бортовых постов, а также аварийное – из МО.

Конструкция корпуса, механизмов, оборудования и систем судна удовлетворяет Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов МАРПОЛ 73/78.

Корпус судна спроектирован на класс Ice1, который предполагает эпизодическое круглогодичное плавание в незамерзающих морях, в мелкобитом разреженном льду неарктических морей (самостоятельное плавание в мелкобитом разреженном льду толщиной 0,40 м со скоростью 5 узлов; плавание в канале за ледоколом в сплошном льду толщиной 0,35 м со скоростью 3 узла).

В качестве материала основного корпуса применена судостроительная сталь категории РСД32 с пределом текучести 315 МПа и категории РСА с пределом текучести 235 Мпа, что обеспечивает эксплуатацию при заданных температурах.

Верхняя палуба, борт и вторые борта, днище и второе дно выполнены по продольной системе набора, в оконечностях и машинном отделении – по поперечной системе набора.

Поперечная шпация в средней части судна – 650 мм, в оконечностях – 600 мм.

Шпация продольного набора: двойное дно 500 мм; двойные борта 550 мм.

На судне установлены 8 главных водонепроницаемых поперечных переборок, разделяющих корпус на 9 непроницаемых отсеков.

Главные поперечные переборки между грузовыми танками выполняются гофрированными с вертикальными гофрами, остальные переборки плоские с набором катаного и сварного профиля.

Главная и тронковая палубы в грузовой части выполнены по продольной системе набора с продольными балками катаного профиля, рамными бимсами (устанавливаемыми через 3 шпации) сварного профиля.

Двойное дно в грузовой части выполнено по продольной системе набора с установкой продольных балок катаного профиля, вертикального килля, 2 днищевых стрингеров, сплошных флоров через 2-3 шпации (2 шпации в носовой части грузовой зоны).

В машинном отделении применена поперечная система набора.

В грузовой части корпуса установлены двойные борта, набранные по продольной системе набора.

В машинном отделении применена поперечная система набора со шпангоутами катаного профиля, рамными шпангоутами и бортовым стрингером сварного профиля.

Конструкции оконечностей выполнены по поперечной системе набора.

Для защиты от коррозии подводной части корпуса судна, кингстонных ящичков, кормового подзора и трубы подруливающего устройства предусмотрена короткозамкнутая протекторная защита.

Для защиты от коррозии балластных цистерн применены протекторы в сочетании с лакокрасочным покрытием.

Судно снабжено двумя носовыми станowymi якорями ПДС массой не менее 1710 кг каждый и одним кормовым якорем ПДС массой не менее 1305 кг. Якоря убираются в клюзы в якорных наделках.

Для буксировки судна используется буксирный канат, кнехты, клюз, установленные в диаметральной плоскости судна в районе форпика. Для швартовки предусматриваются швартовные и буксирные кнехты, клюзы литые, клюзы с роульсами требуемых размеров.

На корме судна установлено спускоподъемное устройство с закрытой танкерной спасательной свободнопадающей шлюпкой вместимостью 16 человек, спускаемой устройством гравитационного типа с гидравлической шлюпочной лебедкой как методом свободного падения, так и контролируемым спуском.

Дежурная шлюпка вместимостью 6 человек установлена на палубе ходового мостика по левому борту.

Для подачи и снятия шлангов установлен гидравлический кран во взрыво-безопасном исполнении грузоподъемностью 3 т с вылетом стрелы 12 м, для подачи и снятия шлангов кормового манифольда – такой же кран с вылетом стрелы 10 м.

Открытые палубы оборудуются 4-х рядным леерным ограждением с постоянными леерными стойками высотой 1100 мм.

Схема мидель-шпангоута судна проекта RST27M представлена на рисунке 2.

Главная энергетическая установка состоит из двух дизельных двигателей WARTSILA 6L20 максимальной длительной мощностью 1200 кВт при частоте 1000 мин<sup>-1</sup>, работающих на 2 полноповоротные ВРК, обеспе-

чивающие при использовании 85 % мощности эксплуатационную скорость в 10,0 узлов. Главные двигатели работают на тяжелых сортах топлива вязкостью до 380 сСт.

Грузовая система выполнена под одновременную перевозку трех сортов груза, производительность грузовых насосов – 6 х 200 м<sup>3</sup>/час. Установлено два вспомогательных паровых котла производительностью по 2,5 т/ч и два утилизационных паровых котла производительностью по 0,45 т/ч.

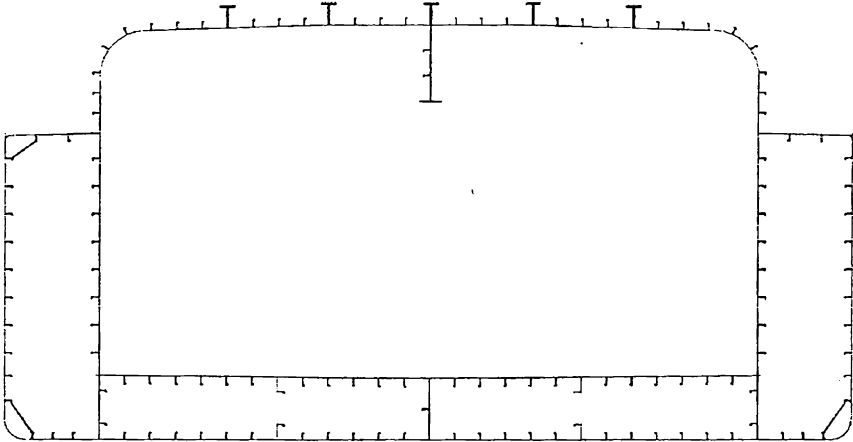


Рис. 2. Схема мидель-шпангоута судна проекта RST27M

На судне применена трубопроводная система подогрева груза. Система подогрева обеспечивает поддержание температуры перевозимого груза во время рейса 60 °С (при температуре наружного воздуха -23 °С), а также подогрев груза от 50 до 60 °С за 48 часов (для нефтепродуктов). Система подогрева обеспечивает поддержание температуры перевозимого груза во время рейса 45 °С (при температуре наружного воздуха -23 °С), а также подогрев груза от 45 до 65 °С за 96 часов (для растительных масел).

Затворы грузовой системы, обеспечивающие грузовые операции, имеют дистанционный электрический привод. Дистанционное управление предусматривается с пульта управления грузо-балластными операциями, расположенного в рулевой рубке. Дистанционно-управляемая арматура имеет также местное управление.

Грузовые танки разделены на три группы (каждая группа для своего сорта груза). Носовая группа включает в себя грузовые танки № 1 и № 2, средняя – № 3 и № 4, кормовая – № 5 и № 6. Каждая группа танков имеет свой манифольд, обеспечивающий прием и выдачу груза на оба борта. При операциях с одним сортом груза в качестве общего манифольда используется манифольд кормовой группы танков.

В качестве источников электроэнергии в составе судовой электростанции предусматриваются:

- три генератора трехфазного тока, синхронные, номинальной мощностью 296 кВт при напряжении 400 В, 50 Гц, при коэффициенте мощности 0,8, с автоматическим регулированием напряжения и системой самовозбуждения, с приводом от дизеля;

- один аварийно-стояночный дизель-генератор с автоматическим запуском при исчезновении напряжения на шинах главного распределительного щита, с синхронным генератором трехфазного тока, номинальной мощностью 136 кВт при напряжении 400 В, 50 Гц, при коэффициенте мощности 0,8, с автоматическим регулированием напряжения и системой самовозбуждения.

Объем и степень автоматизации технических средств судна соответствует знаку автоматизации AUT1-ICS в символе класса судна в соответствии с Правилами Морского Регистра судоходства. Управление судном осуществляется одним оператором из рулевой рубки.

Для непрерывного указания компасного курса судна, определения курсовых углов и взятия пеленгов по дуге горизонта в  $360^\circ$  на судне устанавливается основной магнитный компас с оптической передачей показаний к месту судоводителя.

Для обеспечения основной двухсторонней связи судна с береговыми объектами в соответствии с требованиями Правил ГМССБ (Глобальной Морской системы связи) для безопасности и при бедствии, а также для передачи и приема радиосообщений общего назначения, на судне предусмотрена установка, соответствующей аппаратуры, предназначенная для работы в морских районах A1; A2; A3.

С целью повышения эффективности и надежности управления судовыми производственными процессами судно оборудуется компьютерной автоматизированной системой управления.

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

**Заключение.** Проведенные ходовые испытания показали отличную маневренность судна и хорошие ходовые качества. Судно проекта RST27M, имеющее рекордный коэффициент общей полноты 0,932 (как и танкера проекта RST27, RST54), показало на мерной линии скорость 11,7 узла при мощности на валах 2100 кВт (0,875 от мощности главных двигателей) и осадках носом 3,2 м, кормой 3,3 м.

Обоснованно выбранная мощность главных двигателей и развитые надстройки бака и юта обеспечили мореходность в условиях волнения с высотой волны 3 % обеспеченности 7,0 м.

Результаты эксплуатации судов проекта RST27M, построенных на ПАО «Завод «Красное Сормово» (см. таблицу 5), полностью подтвердили принятые при разработке концепции новые решения.

*Хронология строительства серии танкеров проекта RST27M*

Название	Верфь, строительный номер	Дата закладки	Дата спуска	Дата сдачи
Балт-Флот 16	Красное Сормово, 02022	25.01.17	21.07.17	06.09.17
Балт-Флот 17	Красное Сормово, 02025	15.03.17	08.09.17	13.10.17
Балт-Флот 18	Красное Сормово, 02026	25.04.17	23.10.17	28.11.17
Балт-Флот 19	Красное Сормово, 02027	27.06.17	22.12.17	03.05.18
Балт-Флот 20	Красное Сормово, 02028	18.08.17	22.02.18	07.05.18

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Егоров Г.В. *О создании нового поколения «сверхполных» грузовых судов смешанного река-море и внутреннего плавания* // Вестник ОНМУ. – Одесса: ОНМУ, 2016. – Вып. 2 (48). – С. 12-48.
2. Егоров Г.В., Тонюк В.И., Дурнев Е.Ю. *«Сверхполные» комбинированные суда проекта RST54 для перевозки нефтепродуктов и сухих грузов, а также контейнеров, накатной техники и проектных грузов* // Судостроение. – 2017. – № 4. – С. 17-24.
3. Егоров Г.В., Егоров А.Г. *Суда смешанного река-море плавания и внутреннего плавания: роль «старых» серий судов и их перспективы* // Морская Биржа. – 2017. – № 1 (59). – С. 18-30.
4. Багаутдинов Р.Д., Егоров Г.В. *Концепция танкеров смешанного плавания нового поколения* // Морская Биржа. – 2012. – № 2 (40). – С. 22-35.
5. Егоров Г.В. *Проектирование судов ограниченных районов плавания на основании теории риска*. – СПб.: Судостроение, 2007. – 384 с.
6. Егоров Г.В. *Выбор главных элементов сухогрузных и нефтеналивных судов смешанного «река-море» плавания* // Судостроение. – 2004. – № 6. – С. 10-16.
7. Егоров Г.В. *Выбор основных параметров корпусов судов смешанного плавания для «северного завоза»* // Труды Крыловского государственного научного центра. – 2010. – № 55 (339). – С. 47-56.
8. Егоров Г.В. *Анализ предпосылок создания нового поколения судов речного и смешанного плавания для Ленского бассейна* // Проблемы техники. – 2010. – № 3. – С. 3-22.

9. Егоров Г.В., Тонюк В.И. Анализ предпосылок создания нового поколения судов речного и смешанного плавания для Енисейского бассейна // Проблемы техники. – 2010. – № 4. – С. 3-19.
10. Егоров Г.В., Тонюк В.И. Анализ предпосылок создания нового поколения судов речного и смешанного плавания для Западно-Сибирского региона // Проблемы техники. – 2011. – № 1. – С. 68-89.
11. Егоров Г.В., Ефремов Н.А., Шабликов Н.В. Речное гражданское судостроение XXI века: анализ и задачи // Морская Биржа. – 2016. – № 1 (55). – С. 18-29.
12. Егоров Г.В., Егоров А.Г. Надежность и риск повреждений корпусов танкеров типа «Волгонепфть» // Труды Крыловского государственного научного центра. – 2014. – № 82 (366). – С. 5-16.
13. Егоров Г.В. О возможности создания судна смешанного река-море плавания с предельно высоким коэффициентом общей полноты // Труды Крыловского государственного научного центра. – 2013. – № 3. – С. 6-14.
14. Егоров Г.В., Тонюк В.И. Серия из двадцати семи «сверхполных» танкеров проекта RST27 // Судостроение. – 2013. – № 6. – С. 24-31.
15. Обоснование повышенных требований Регистра к судам со знаками ЭКО и ЭКО ПРОЕКТ в символе класса / В.И. Евенко, Г.В. Егоров, А.А. Сергеев, В.В. Гришкин // Науч.-техн. сб. Российского Морского Регистра Судоходства. – Вып. 30. – СПб.: РС, 2007. – С. 191-207.
16. Егоров Г.В., Шабликов Н.В. Массовое строительство «сверхполных» грузовых судов смешанного река-море плавания // Морская Биржа. – 2016. – № 3 (57). – С. 20-31.

*Стаття надійшла до редакції 15.05.2018 р.*

#### **Рецензенти:**

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Теоретична і прикладна механіка» Одеського національного морського університету  
**А.В. Гришин**

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Машинознавство» Одеського національного морського університету  
**А.В. Конопльов**



УДК 629.5.016

**ВЫБОР ВЕЛИЧИНЫ ЗАЗОРА МЕЖДУ ГРЕБНЫМ ВИНТОМ  
И КОРПУСОМ СУДНА – НОРМИРОВАНИЕ И ПРАКТИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

**А.Г. Егоров**  
мл. научн. сотрудник

*Морское инженерное бюро, г. Одеса*

***Аннотация.** В статье проанализированы действующие Правила членов Международной ассоциации классификационных обществ (МАКО) в области нормирования величины зазора между гребным винтом и корпусом судна. Выполнен обзор справочной и профессиональной литературы, приведены рекомендации производителей. Показан опыт проектирования и эксплуатации судов с классическим пропульсивным комплексом с разными зазорами.*

*На основании глубокого всестороннего анализа сделаны выводы о нормировании зазора между гребным винтом и корпусом судна.*

***Ключевые слова:** проектирование, зазор, пропульсивный комплекс, пропульсивный КПД, упор, вибрация, безопасность.*

**ВИБІР ВЕЛИЧИНИ ПРОЗОРУ МІЖ ГРЕБНИМ ГВИНТОМ  
І КОРПУСОМ СУДНА – НОРМУВАННЯ ТА ПРАКТИКА ПРОЕКТУВАННЯ**

**О.Г. Егоров**  
мол. наук. співпрацівник

*Морське інженерне бюро, м. Одеса*

***Анотація.** У статті проаналізовано чинні Правила членів Міжнародної асоціації класифікаційних суспільств (МАКС) в області нормування величини прозору між гребним гвинтом і корпусом судна. Виконано огляд довідкової й професійної літератури, наведено рекомендації виробників. Показано досвід проектування й експлуатації суден із класичним пропульсивним комплексом із різними прозорами.*

*На підставі глибокого всебічного аналізу зроблені висновки щодо нормування прозору між гребним гвинтом і корпусом судна.*

***Ключові слова:** проектування, прозорі, пропульсивний комплекс, пропульсивний ККД, упор, вібрація, безпека.*

**SELECTION OF A CLEARANCE SIZE BETWEEN THE PROPELLER  
AND SHIP CASING – NORMALIZATION AND DESIGNING PRACTICE**

**A.G. Egorov**  
ml. scientific. associate

*Maritime Engineering Bureau, Odessa*

*In paper existing Rules of members of International Association of Classification Societies (IACS) in the area of regulation of clearance between vessel's hull and propeller are analyzed. Overview of support and professional books is executed, recommendations of suppliers are provided. Experience of design and operation of vessels with classical propulsive complex with different clearances is shown.*

*On the basis of in-depth complete analysis conclusions about regulation of clearance between vessel's hull and propeller are made.*

**Keywords:** design, clearance, propulsive complex, propulsive performance coefficient, thrust, vibration, safety.

**Постановка проблеми.** Эффективной работе гребных винтов и их взаимодействию с корпусом судна всегда уделяли много внимания на различных этапах строительства судна, так как правильно спроектированный и установленный пропульсивный комплекс позволяет сократить расходы на топливо, выйти на заданную в судостроительном контракте эксплуатационную скорость, обеспечивает безопасную эксплуатацию и комфортное пребывание на борту.

Особенно важным является корректный выбор величины зазора между гребным винтом и корпусом судна  $c$  (см. рис. 1).

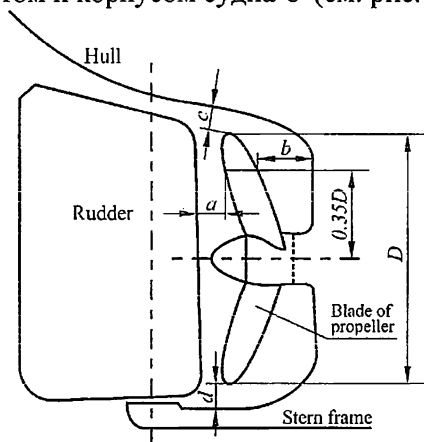


Рис. 1. Определение зазора  $c$  согласно CCS  
Источник: [4. С. 2-126, п. 2.14.4]

Чрезмерно большой зазор приводит к уменьшению пропульсивного коэффициента, маленький же зазор увеличивает нагрузки, действующие на винт, а также создаёт избыточную вибрацию.

Для каждого типа судна и винта необходимо определять эффективный диапазон величины зазора  $c$ , который будет обоснован для тех или иных эксплуатационных режимов.

**Целью статьи** является выработка предложений по определению зазора между гребным винтом и корпусом судна  $c$  на основе анализа

требований Правил членов МАКО и опыта проектирования и эксплуатации.

**Изложение основного материала.** В первую очередь, должны быть проанализированы действующие Правила членов МАКО в области нормирования величины зазора между гребным винтом и корпусом судна (на сегодняшний день в МАКО входит 12 классификационных обществ (КО), которые обслуживают более 90% всего торгового флота [1]).

**American Bureau of Shipping (ABS).** Для общих случаев зазоры не регламентируются.

В пункте 6.1.6/23 [2. С. 142] сказано, что для избегания больших нагрузок на лопасти винта, зазоры  $c$  должны быть не меньше толщины льда  $h_o$ , указанного в [2. С. 132, п. 6.1.6/11.5], для различных балтийских ледовых классов (далее просто ледовых) (см. таблицу 1).

*Таблица 1*

*Величина минимального зазора  $c$   
для различных балтийских ледовых классов*

Ледовый класс	$h_o$ , мм
IAA (IAS) (PC6 полярный класс [2])	1000
IA (PC7 полярный класс [2])	800
IB	600
IC, ID	400

Источник: [2. С. 132]

**Bureau Veritas (BV).** Для общих случаев зазоры не регламентируются, для судов с ледовыми классами ситуация аналогична с Правилами ABS [3. С. 219, п. 5.3.1, таблица 9] (см. таблицу 1).

**China Classification Society (CCS).** Определение величины зазора между гребным винтом и корпусом судна  $c$  носит рекомендационный характер [4. С. 2-125, пункт 2.14.4]. Рекомендуются, чтобы зазор  $c$  должен был быть не менее 14 % от диаметра винта для всех типов и расположения винтов для всех судов (см. рисунок 1)  $c \geq 0,14D$ , где  $D$  – диаметр винта, м.

**Croatian Register of Shipping (CRS).** Помимо общих фраз о необходимости минимизаций усилий, действующих на винт [5. С. 114, п. 12.3.1.2], CRS даёт рекомендацию о зазоре  $d_{0,9}$  относительно  $0,9R$  (см. рисунок 2) (для определения зазора  $c$  нужно вычесть  $0,1R$ )

$$d_{0,9} \geq 0,004nD^3 \cdot \sqrt{\frac{v \cdot [1 - \sin(0,75\gamma)] \cdot \left(0,5 + \frac{Z_B}{x_F}\right)}{\Delta}}, \text{ м,}$$

где

$R$  – радиус гребного винта, м;

$v$  – эксплуатационная скорость судна, узл.;

$n$  – частота вращения гребного винта, об/мин.;

$\Delta$  – наибольшее водоизмещение судна, т;

$\gamma$  – угол откидки лопасти гребного винта, градусы (см. рисунок 3);

$Z_B$  – расстояние между палубой рулевой рубки и верхней палубой, м;

$x_F$  – расстояние между концевой кромкой кормы и носовой переборкой надстройки, м.

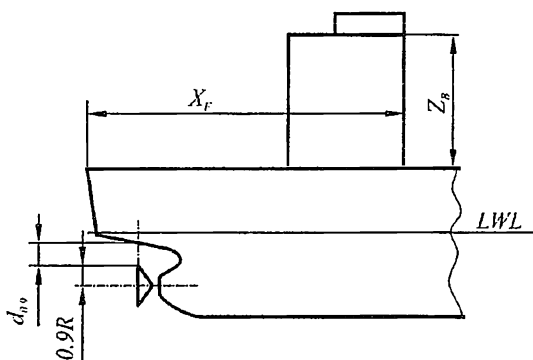


Рис. 2. Определение зазора  $d_{0,9}$  согласно CRS

Источник: [5. С. 114, п. 12.3.1.2]

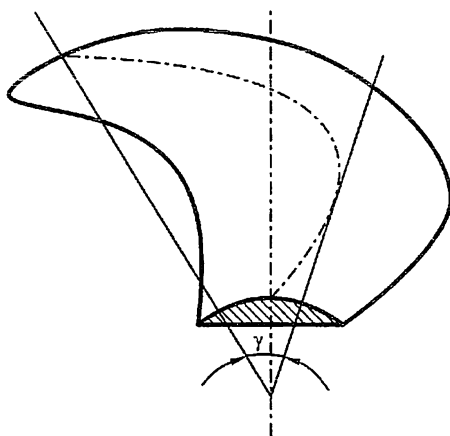


Рис. 3. Определение угла откидки лопасти гребного винта согласно CRS

Источник: [5. С. 114, п. 12.3.1.2]

**Det Norske Veritas & Germanischer Lloyd (DNV GL).** Для общих случаев зазоры не регламентируются. Для судов с ледовыми классами ситуация аналогична с Правилами ABS и BV [6. С. 34, пункт 7.2.1, таблица 8] (см. таблицу 1).

Были проанализированы также отдельно ранее действовавшие Правила DNV и GL.

**DNV.** В Правилах 2000 года (часть 3, глава 3, раздел 2, стр. 9, пункт 105) рекомендовалось, чтобы величина зазора между гребным винтом и корпусом судна  $c$  была не менее (см. рисунок 4):

$$c \geq (0,48 - 0,02Z_p) \cdot R \text{ (для одновинтовых судов) и}$$

$$c \geq (0,6 - 0,02Z_p) \cdot R \text{ (для двухвинтовых судов),}$$

где  $Z_p$  – количество лопастей.

**GL.** В Правилах 2016 года (С. 13-3, пункт С.1.2) давалась рекомендация о зазоре  $d_{0,9}$  относительно  $0,9R$ , по аналогии с действующими Правилами CRS (см. CRS).

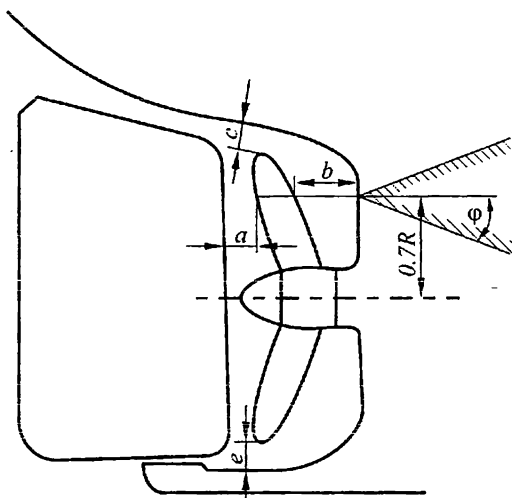


Рис. 4. Определение зазора  $c$  согласно Правилам DNV 2000 года

**Indian Register of Shipping (IRS).** Зазор  $c$  определяется по аналогии с Правилами DNV 2000 года [7. Часть 6, раздел 4, пункт 4.1.5] (см. рисунок 5).

**Korean Register (KR).** Для общих случаев зазоры не регламентируются. Для судов с ледовыми классами ситуация аналогична с Правилами ABS, BV и DNV GL [8. пункт 310.1; 8. С. 3, пункт 204.4, таблица 1.1] (см. таблицу 1).

Для ледоколов отдельно регламентируется следующий минимальный зазор  $c$  (см. рисунок 6 и таблицу 2).

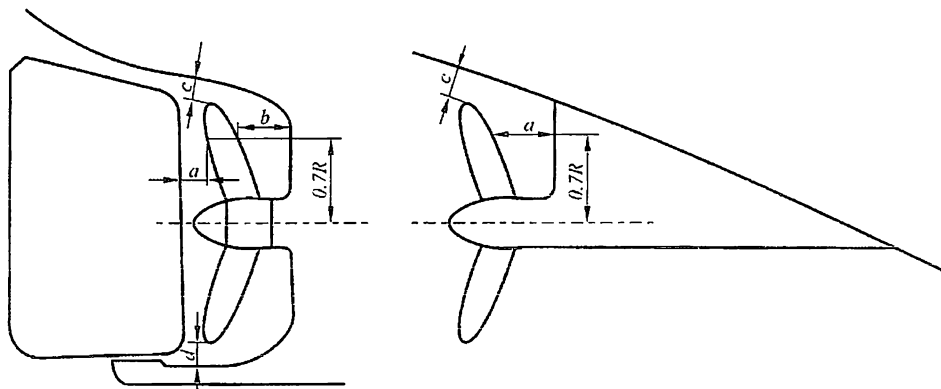


Рис. 5. Определение зазора  $c$  согласно IRS

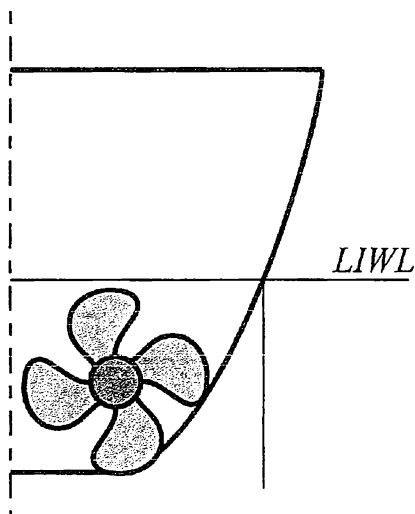


Рис. 6. Зазор  $c$  согласно KR для ледоколов  
(расстояние от кромки винта  
до нижней ледовой ватерлинии – lower ice waterline)  
Источник: [8]

Таблица 2

Величина минимального зазора  $c$  по KR для ледоколов

Параметр	Класс ледокола			
	Icebreaker6	Icebreaker5	Icebreaker4	Icebreaker3
Зазор $c$ , мм	1500	1250	750	500

Источник: [8]

**Lloyd's Register (LR).** Величина зазора между гребным винтом и корпусом судна  $a$  (одновинтовое судно),  $e$  (двухвинтовое судно) определяется в соответствии с таблицей 3 и рисунком 7 [9. С. 299, таблица 6.7.8].

Коэффициент  $K$  определяется как

$$K = \left( 0,1 + \frac{L}{3050} \right) \cdot \left( \frac{3,48C_b P}{L^2} + 0,3 \right),$$

где  $L$  – длина по КВЛ, м;  $C_b$  – коэффициент общей полноты на осадку в грузу;  $P$  – мощность на один вал, кВт.

Таблица 3

Величина минимального зазора  $a$ ,  $e$  по LR

Количество лопастей	Зазор $a$ для одновинтового судна, м	Зазор $e$ для двухвинтового судна, м
3	$1,20 \cdot K \cdot D$	$1,20 \cdot K \cdot D$
4	$1,00 \cdot K \cdot D$	$1,00 \cdot K \cdot D$
5	$0,85 \cdot K \cdot D$	$0,85 \cdot K \cdot D$
6	$0,75 \cdot K \cdot D$	$0,75 \cdot K \cdot D$
Минимальное значение	0,10D	0,20D – 3 и 4 лопасти
		0,16D – 5 и 6 лопастей

Источник: [9. С. 299, таблица 6.7.8]

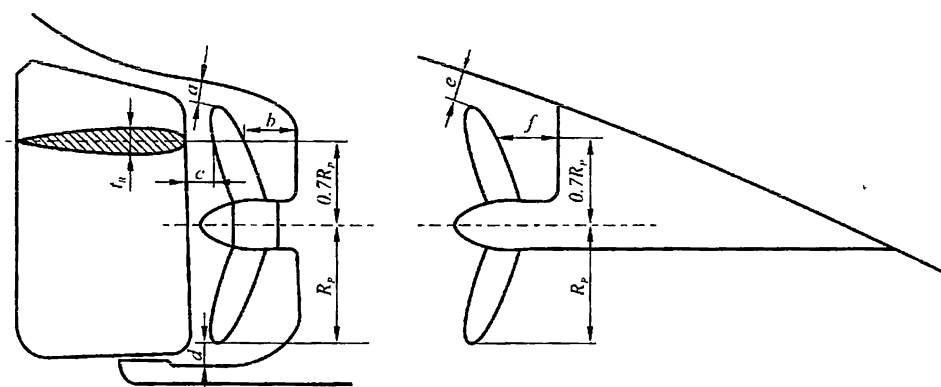


Рис. 7. Определение зазора  $a$ ,  $e$  согласно LR

Источник: [9. С. 306, рис. 6.7.12]

**Nippon Kaiji Kyokai (ClassNK).** Для общих случаев зазоры не регламентируются. Для судов с ледовыми классами ситуация аналогична с Правилами ABS, BV, DNV GL и KR [10, пункт 8.3.9; 10. С. 16, пункт 8.1.2.6] (см. таблицу 1). При этом в поправках 2017 года [10. С. 130, пункт 18.3.9] уже отмечается, что зазор  $c$  должен быть не менее 500 мм для судов с ледовым классом и расстояние между кромкой винта и нижней границей ледяного поля должно быть положительным (винт не должен касаться сплошного льда).

**Polski Rejestr Statków (PRS).** Зазор  $c$  определяется по аналогии со «старыми» Правилами DNV и действующими Правилами IRS [11. С. 94, пункт 11.4.2].

**Registro Italiano Navale (RINA).** Для общих случаев зазоры не регламентируются. Для судов с ледовыми классами ситуация аналогична с Правилами ABS, BV, DNV GL, KR и ClassNK [12. С. 70, пункт 6.3.1; 12. С. 61, пункт 2.3.1] (см. таблицу 1). При этом для судов с ледовым классом рекомендуется избегать минимальных значений с целью недопущения возникновения критических нагрузок на винт [12. С. 103, пункт 9.2.1].

**Российский Морской Регистр Судоходства (РС).** Величина зазора между гребным винтом и корпусом судна  $c$  для всех типов и расположений винтов для всех судов (см. рисунок 8) определяется по формуле [13. С. 83, пункт 2.10.2.2]  $c \geq 0,36R$ , м.

При этом «лапы двухлапных кронштейнов бортовых гребных валов должны располагаться по отношению друг к другу под углом, близким к 90 °. Осевые линии лап должны пересекаться на оси гребного вала. Расположение кронштейнов относительно корпуса должно обеспечивать возможно больший зазор между кромкой лопасти гребного винта и корпусом, но не менее 25 % диаметра гребного винта» [13. С. 84, пункт 2.10.2.6].

Для судов с ледовыми классами ситуация аналогична с Правилами других КО – членов МАКО.

Для ледоколов отдельно регламентируется следующий минимальный зазор  $c$  (см. таблицу 4).

*Таблица 4*

*Величина минимального зазора  $c$  по РС для ледоколов*

Параметр	Класс ледокола			
	Icebreaker9	Icebreaker8	Icebreaker7	Icebreaker6
Зазор $c$ , мм	1500	1250	750	500

*Источник: [13. С. 142, пункт 3.10.1.2.3]*



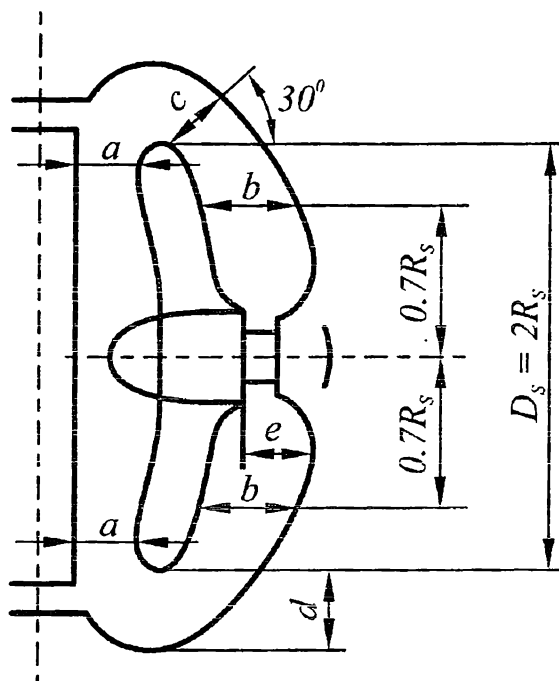


Рис. 8. Определение зазора  $c$  согласно РС  
Источник: [13. С. 83, пункт 2.10.2.2]

**Рекомендации научно-производственной литературы и производителей пропульсии.** Помимо Правил членов МАКО были проанализированы рекомендации некоторых производителей пропульсивных комплексов, а также данные справочников по гидродинамике.

Компания MAN рекомендует, чтобы диаметр винта  $D$  был возможно большим с целью получения максимального пропульсивного коэффициента. При этом отмечается, что некорректно для всех типов судов рекомендовать одинаковые зазоры  $c$ .

Танкеры и балкеры, чаще всего, не имеют обратной загрузки, соответственно часто эксплуатируются в балласте, что обязывает проектанта уменьшать диаметр винта  $D$  для обеспечения его полного погружения. У линейных контейнеровозов (и паромов) ситуация иная, они редко совершают балластный переход [15. С. 18]. Оценочные рекомендации MAN следующие:

$$\frac{D}{d} < 0,65 \text{ для балкеров и танкеров;}$$

$$\frac{D}{d} < 0,74 \text{ для контейнеровозов и паромов,}$$

где  $d$  – расчетная осадка, м.

С целью недопущения возникновения избыточной вибрации корпуса компания Wärtsilä рекомендует обеспечивать зазор  $c$  между корпусом и винтом для классических морских судов не менее:

$c \geq 0,20 - 0,25D$  для винтов с нулевым (небольшим) углом откидки лопастей  $\gamma$ ;

$c \geq 0,15 - 0,20D$  для винтов с большим углом откидки лопастей  $\gamma$ .

Для линейных паромов и круизных лайнеров, где важно обеспечить комфорт пассажиров и нет частой смены эксплуатационных режимов, обычно принимают  $c = 0,25 - 0,30D$  [14. С. 485].

Производитель гребных винтов Rice Propulsion рекомендует следующую зависимость  $c \geq xD$ , где  $x = 0,23 - (0,02Z_p)$  [16].

Для трехлопастного винта зазор должен быть не менее  $c \geq 0,17D$  [16].

Для рыбопромысловых судов зазор может быть уменьшен до  $c \geq 0,08 - 0,10D$ . Возможная сильная вибрация компенсируется большим упором и повышенной эффективностью гребного винта большего диаметра, что важно при работе в различных эксплуатационных режимах для такого типа судов [16].

Clements Engineering рекомендует назначать зазор  $c$  не менее  $c \geq 0,15D$  [17].

А.М. Басин при определении коэффициента попутного потока классическими считал суда, у которых зазор  $c$  находился в пределах  $c = 0,12 - 0,18D$  (подробнее см. рисунок 9) [18].

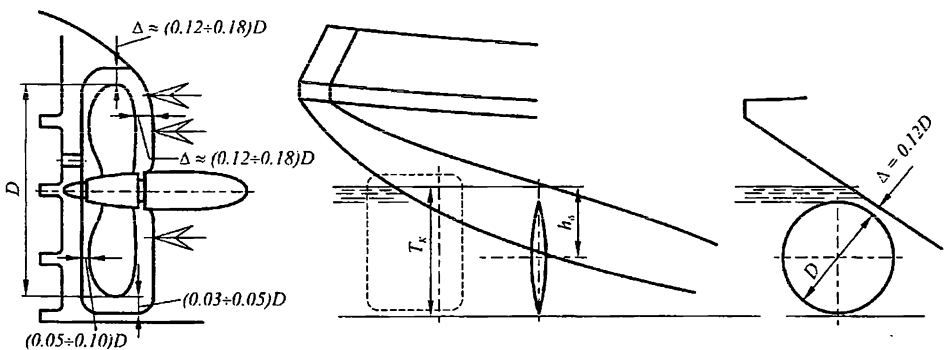
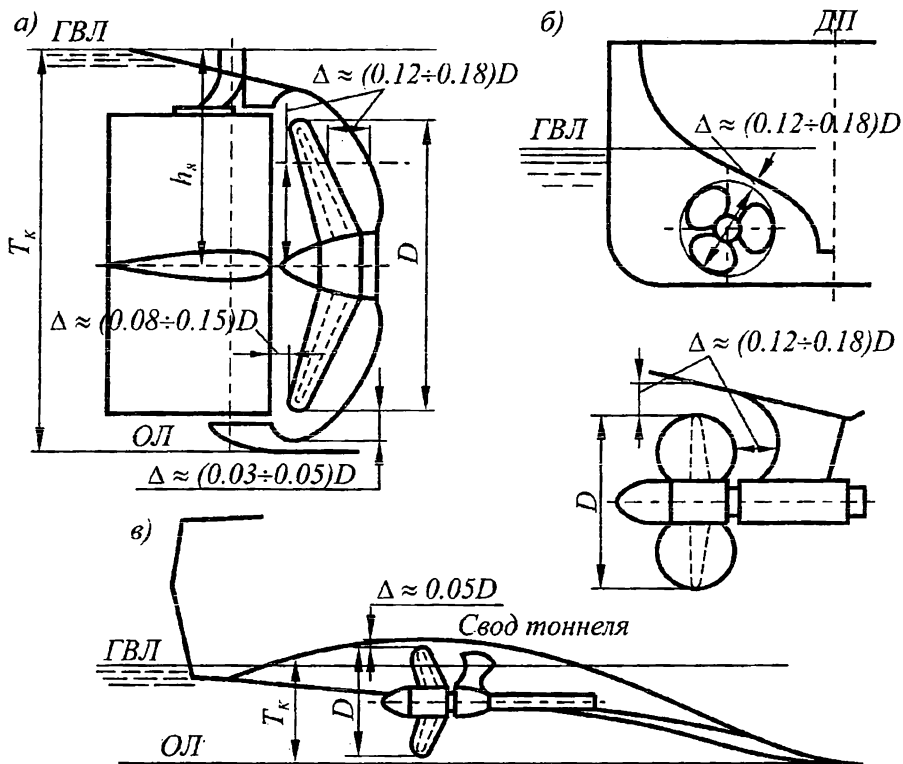


Рис. 9. Зазор  $c$  согласно А.М. Басину  
Источник: [18. С. 146]

В книге [19] также отмечено, что зазор  $c$  должен находиться в пределах  $c = 0,12 - 0,18D$  для морских судов (см. рисунок 10). При выходе из диапазона существует вероятность возникновения вибрации в корме или существенно ухудшаются условия работы винта.



*Рис. 10. Зазор с согласно:  
а), б) при обычных кормовых обводах, в) в туннеле  
Источник: [19. С. 84]*

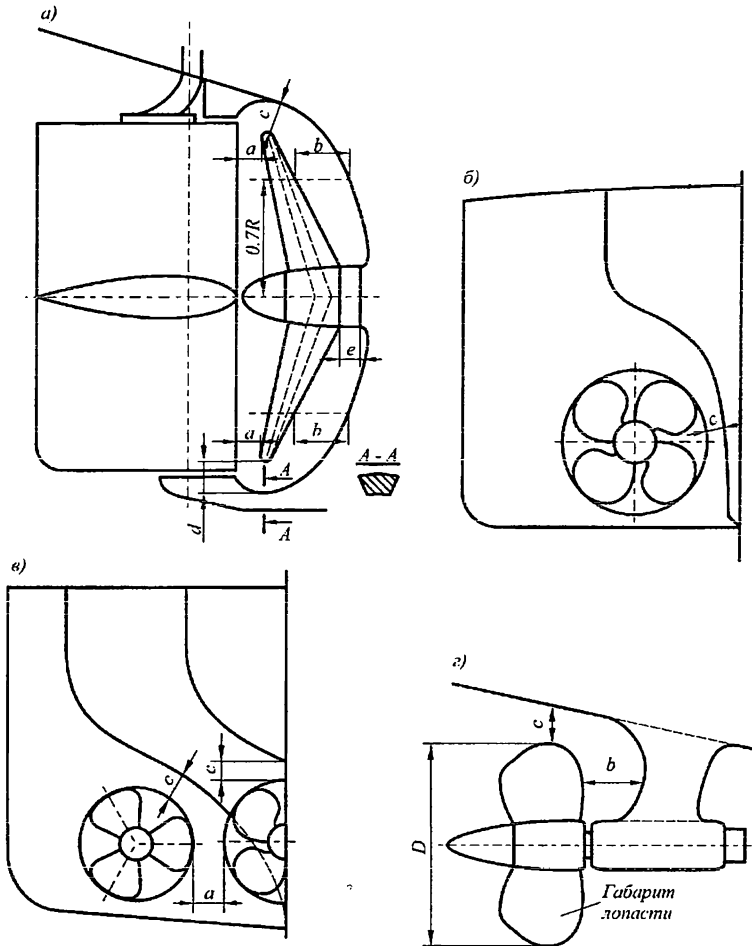
Для винтов, расположенных в туннелях кормовой оконечности, а также на многих буксирах-толкачах зазор может быть равным  $c = 0,05D$ . Такое расположение характерно для речных судов [19].

М.М. Жученко и В.М. Иванов рекомендовали при правильном расположении гребного винта относительно выступающих частей и корпуса судна диапазоны зазора  $c$  отдельно для тихоходных  $c = 0,12 - 0,18D$  и быстроходных  $c = 0,18 - 0,25D$  судов [20].

В справочнике Я.И. Войткунского [21] рекомендуется зазор  $c = 0,15 - 0,17D$  для тихоходных судов и  $c = 0,20 - 0,25D$  для быстроходных судов (см. рисунок 11).

В абсолютных значениях автор рекомендовал принимать зазор для одновинтовых судов  $c = 0,3$  м при длине судна 75 м и  $c = 0,45$  м при длине судна 150 м.

У тихоходных судов с туннельными образованиями зазор между гребным винтом и корпусом должен составлять не менее  $c \geq 0,05 - 0,06D$ . У таких же быстроходных судов  $c \geq 0,10 - 0,15D$  [21].



*Рис. 11. Зазор  $c$  согласно:*  
 а) *одновинтовое судно; б) двухвинтовое судно;*  
 в) *трехвинтовое; г) бортовой винт*  
 Источник: [21. С. 68]

Для ледоколов величину зазора  $c$  следует принимать сопоставимой с максимальной толщиной льда, в котором еще возможно непрерывное движение самого ледокола [21].

Ф.М. Кацман в своей книге [22] отмечал, что среднее значение зазора  $c$ , предотвращающее появление повышенной вибрации, должно быть следующее:

$$c \geq 0,15 - 0,18D \text{ для одновинтовых судов,}$$

$$c > 0,18D \text{ для двухвинтовых судов.}$$

По данным М.Я. Алферьева [23] зазор между гребным винтом и корпусом судна  $c$  может выбираться в следующем диапазоне:

$$c = 0,05 - 0,15D .$$

Сводные данные по выполненному анализу. Обобщенная вышеприведенная информация по нормированию зазора между гребным винтом и корпусом судна  $c$  представлена в таблице 5.

Таблица 5

Обобщенная информация  
по нормированию зазора между гребным винтом и корпусом судна  $c$

Источник	Нормирование зазора $c$ , м		
ABS	Не нормируется; даны рекомендации, что создаваемый пропульсивный комплекс должен быть эффективным		
BV	Не нормируется; даны рекомендации, что создаваемый пропульсивный комплекс должен быть эффективным		
CCS	$c \geq 0,14D$ для всех типов и расположений винтов		
CRS	$d_{0,9} \geq 0,004 \cdot n \cdot D^3 \cdot \sqrt{\frac{v \cdot [1 - \sin(0,75\gamma)] \cdot \left(0,5 + \frac{Z_B}{x_F}\right)}{\Delta}}$ (см. в тексте)		
DNV GL	Не нормируется; даны рекомендации, что создаваемый пропульсивный комплекс должен быть эффективным		
DNV («старые» Правила)	$c \geq (0,48 - 0,02 \cdot Z_p) \cdot R$ (для одновинтовых судов); $c \geq (0,6 - 0,02Z_p) \cdot R$ (для двухвинтовых судов)		
GL («старые» Правила)	$d_{0,9} \geq 0,004 \cdot n \cdot D^3 \cdot \sqrt{\frac{v \cdot [1 - \sin(0,75\gamma)] \cdot \left(0,5 + \frac{Z_B}{x_F}\right)}{\Delta}}$ (см. в тексте)		
IRS	$c \geq (0,48 - 0,02Z_p) \cdot R$ (для одновинтовых судов); $c \geq (0,6 - 0,02Z_p) \cdot R$ (для двухвинтовых судов)		
KR	Не нормируется; даны рекомендации, что создаваемый пропульсивный комплекс должен быть эффективным		
LR	количество лопастей	одновинтовое судно	двухвинтовое судно
	3	$1,20 \cdot K \cdot D$	$1,20 \cdot K \cdot D$
	4	$1,00 \cdot K \cdot D$	$1,00 \cdot K \cdot D$
	5	$0,85 \cdot K \cdot D$	$0,85 \cdot K \cdot D$
	6	$0,75 \cdot K \cdot D$	$0,75 \cdot K \cdot D$
	Минимальное значение	$0,10 D$	$0,20 D$ – 3 и 4 лопасти $0,16 D$ – 5 и 6 лопастей
$K = \left(0,1 + \frac{L}{3050}\right) \cdot \left(\frac{3,48C_b P}{L^2} + 0,3\right)$ (см. в тексте)			

Продолжение табл. 5

ClassNK	не нормируется; даны рекомендации, что создаваемый пропульсивный комплекс должен быть эффективным. При этом в поправках 2017 года зазор $c$ должен быть не менее 500 мм для судов с ледовым классом и расстояние между кромкой винта и нижней границей ледяного поля должно быть положительным (винт не должен касаться сплошного льда)
PRS	$c \geq (0,48 - 0,02Z_p) \cdot R$ (для одновинтовых судов); $c \geq (0,6 - 0,02Z_p) \cdot R$ (для двухвинтовых судов)
RINA	не нормируется; даны рекомендации, что создаваемый пропульсивный комплекс должен быть эффективным. При этом для судов с ледовым классом рекомендуется избегать минимальных значений $c$ с целью недопущения возникновения критических нагрузок на винт
PC	$c \geq 0,36R$ для всех типов и расположений винтов. При этом лапы двухлапных кронштейнов бортовых гребных валов должны располагаться по отношению друг к другу под углом, близким к $90^\circ$ . Осевые линии лап должны пересекаться на оси гребного вала. Расположение кронштейнов относительно корпуса должно обеспечивать возможно больший зазор между кромкой лопасти гребного винта и корпусом, но не менее 25 % диаметра гребного винта
Wärtsilä	$c \geq 0,20 \dots 0,25D$ (для винтов с нулевым (небольшим) углом откидки лопастей $\gamma$ ); $c \geq 0,15 \dots 0,20D$ (для винтов с большим углом откидки лопастей $\gamma$ ). Для линейных паромов и круизных лайнеров, где важно обеспечить комфорт пассажиров и нет частой смены эксплуатационных режимов $c = 0,25 \dots 0,30D$
MAN Diesel & Turbo	$D$ должен быть возможно большим с целью получения максимального пропульсивного коэффициента. При этом отмечается, что некорректно для всех типов судов рекомендовать одинаковые зазоры $c$ . $\frac{D}{d} < 0,65$ (балкеры и танкеры); $\frac{D}{d} < 0,74$ (паромы и контейнеровозы)

Продолжение табл. 5

Rice Propulsion	$c \geq xD$ , где $x = 0,23 - (0,02Z_p)$ (общие случаи); $c \geq 0,17D$ (трехлопастной винт); $c \geq 0,08...0,10D$ (рыбопромысловые суда и суда, работающие в различных эксплуатационных режимах)			
Clements Engineering	$c \geq 0,15D$ для всех типов и расположений винтов			
Басин [18]	$c = 0,12 - 0,18D$ для всех типов и расположений винтов			
Анфимов, Ваганов, Павленко [19]	$c = 0,12 - 0,18D$ для всех типов и расположений винтов; $c = 0,05D$ (для винтов, расположенных в туннелях кормовой оконечности, а также на многих буксирах-толкачах и речных судах)			
Жученко, Иванов [20]	$c = 0,12 - 0,18D$ (тихоходные суда); $c = 0,18 - 0,25D$ (быстроходные суда)			
Войткунский [21]	$c = 0,15 - 0,17D$ (тихоходные суда); $c = 0,20 - 0,25D$ (быстроходные суда). В абсолютных значениях рекомендуется принимать зазор для одновинтовых судов $c = 0,3$ м при длине судна 75 м и $c = 0,45$ м при длине судна 150 м; $c \geq 0,05 - 0,06D$ (тихоходные суда с туннельными образованиями); $c \geq 0,10 - 0,15D$ (быстроходные суда с туннельными образованиями); Для ледоколов $c$ следует принимать сопоставимой с максимальной толщиной льда, в котором еще возможно непрерывное движение самого ледокола			
Кацман [22]	$c \geq 0,15 - 0,18D$ (одновинтовые суда); $c > 0,18D$ (двухвинтовые суда)			
Алферьев [23]	$c = 0,05 - 0,15D$			
Ограничения по ледовому классу (абсолютные значения)	IAA (IAS)	IA	IB	IC, ID
	$c \geq 1,00$	$c \geq 0,80$	$c \geq 0,60$	$c \geq 0,40$
Ограничения для ледоколов (KR)	Icebreaker6	Icebreaker5	Icebreaker4	Icebreaker3
	$c \geq 1,50$	$c \geq 1,25$	$c \geq 0,75$	$c \geq 0,5$
Ограничения для ледоколов (PC)	Icebreaker9	Icebreaker8	Icebreaker7	Icebreaker6
	$c \geq 1,50$	$c \geq 1,25$	$c \geq 0,75$	$c \geq 0,5$

**Примеры зазоров между гребным винтом и корпусом на существующих судах.** Рассмотрим несколько примеров реализованных проектов Морского Инженерного Бюро – проект RSD49 сухогрузного судна типа «Нева-Лидер» (построено 12 судов [24], см. рисунок 12) и проект PV08 пассажирского круизного судна «Александр Грин» [25] (см. рисунок 14), выполненного с применением элементов круизного судна проекта Q-065.

На судне проекта RSD49 зазор  $c = 0,123D$  (в абсолютном значении  $c = 0,32$  м,  $D = 2,6$  м). Зазор обеспечивает эффективную работу пропульсивного комплекса, вибрация и чрезмерные нагрузки на бортовые винты отсутствуют.

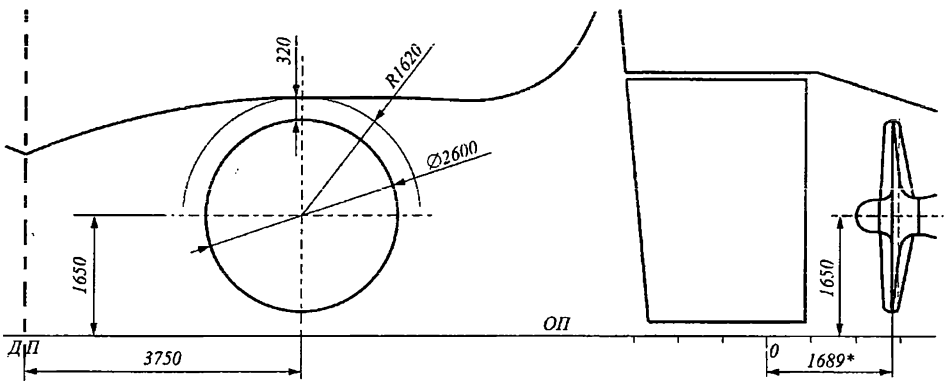


Рис. 12. Зазоры на сухогрузном судне проекта RSD49

В кормовой части судна проекта RSD49 установлены 2 винта фиксированного шага (левого и правого вращения) и 2 обтекаемых подвесных балансирных руля, обеспечивающие судну сертификационную скорость и управляемость (см. рисунок 13).

На судне проекта PV08 зазор  $c = 0,066D$  (в абсолютном значении  $c = 0,082$  м,  $D = 1,25$  м).

**Заключение.** Результаты исследования показали, что нормирование величины зазора между гребным винтом и корпусом судна  $c$  значительно различается в Правилах КО – членов МАКО.

ABS, BV, DNV GL, KR, ClassNK, RINA вообще ушли от ограничений, оставив лишь общие упоминания о необходимости создания максимально эффективного пропульсивного комплекса, то есть перенесли вопрос в практическую плоскость на уровень проектантов и судостроителей.

Нормируются зазоры  $c$  для судов с балтийскими ледовыми классами и отдельно для ледоколов в некоторых КО (см. KR и PC), что является правильным с точки зрения обеспечения безопасности плавания во льдах и / или выполнения ледокольных операций.



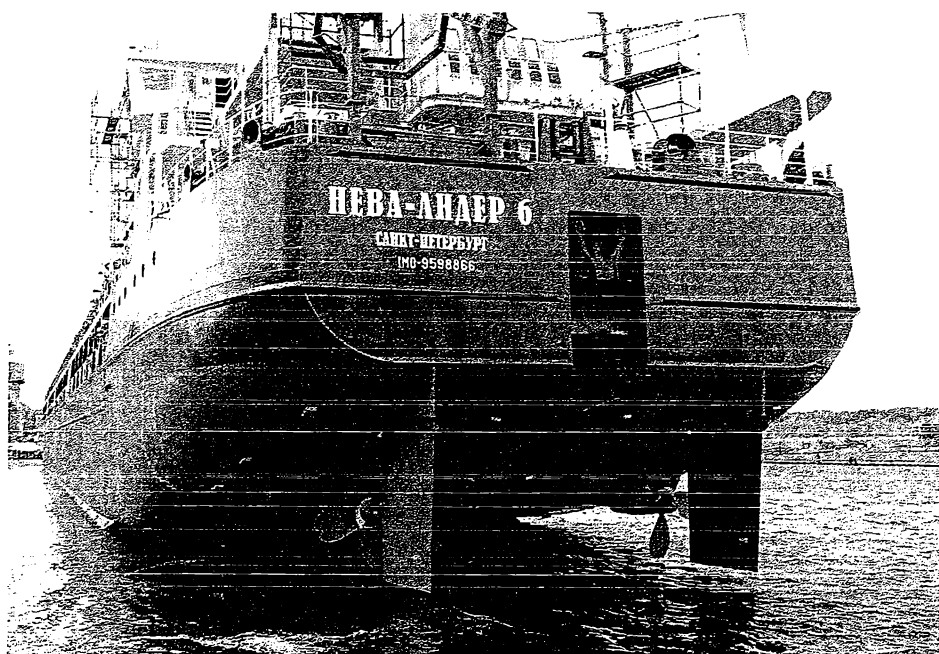


Рис. 13. Вид на винто-рулевой комплекс т/х «Нева-Лидер 6»

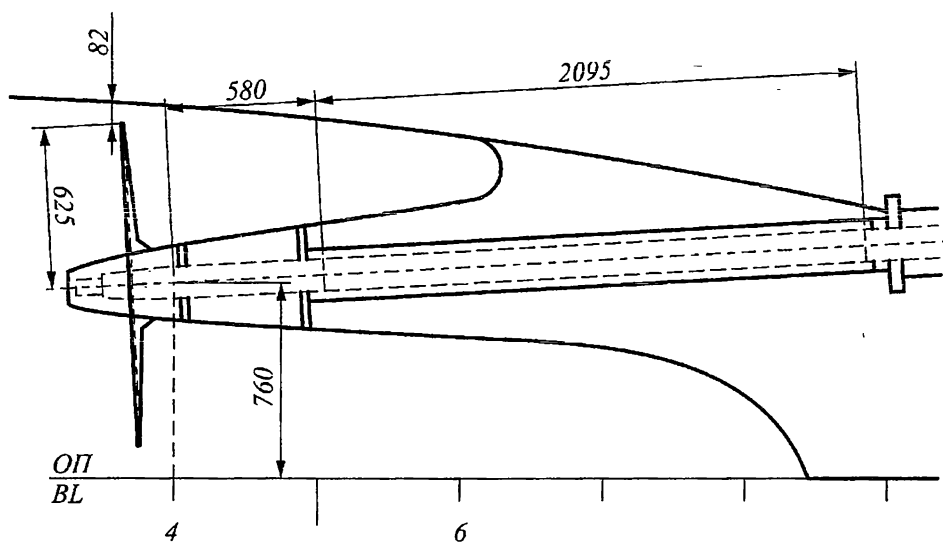


Рис. 14. Зазори на пассажирском речном судне проекта PV08

Обзор справочной литературы и рекомендаций производителей лишь подтвердил корректность принятого решения некоторыми КО – членами МАКО убрать ограничения по зазору для общих случаев, так как разброс значения зазора  $c$  не позволяет сделать вывод о наиболее подходящей обобщающей величине этого самого зазора  $c$ .

Для реальных задач (для тех или иных типов судов) крайне желательно определять эффективный диапазон величины зазора  $c$ , обоснованный с учетом расположения, количества и типа винтов, эксплуатационных режимов, ограничивающей осадки и кормовых обводов.

В любом случае, необходимо понимать, что больший зазор  $c$  улучшает комфортабельность, условия проживания на борту (меньше вибрация) и характерен для линейных морских паромов, круизных и грузовых судов), но в то же время, приводит к снижению КПД пропульсивного комплекса и упора и, соответственно, к ухудшению эксплуатационных характеристик, что критично, к примеру, для судов с ограниченной осадкой или имеющих широкий спектр эксплуатационных режимов (речные и река-море плавания суда, рыбопромысловые суда, суда технического флота, суда обеспечения, паромы на «сложных» линиях – к примеру, паром проекта CNF11CPD для паромной линии Ванино-Холмск [26; 27] и т.п.).

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Официальный сайт IACS (МАКО)*. URL: <http://www.iacs.org.uk>
2. *Rules for Building and Classing. Steel Vessels 2018: Part 6 Specialized items and systems*. Houston, TX, USA: American Bureau of Shipping, 2018. – 266 p.
3. *Rules for the Classification of Steel Ships*. – NR 467. Bureau Veritas, 2018. – 356 p.
4. *Rules for Classification of Sea-Going Steel Ships*. – Vol. 2. – Part 2 Hull (with 2017, 2018 Amendments). Beijing, China: China Classification Society, 2015. – 2-477 p.
5. *Rules for the Classification of Ships: Part 2 Hull*. Split, Croatia: Croatian Register of Shipping, 2018. – 228 p.
6. *Rules for Classification: Ships - DNVGL-RU-SHIP Part. 6 Additional class notations Chapter. 6 Cold Climate*. Edition July 2017, amended January 2018. – 189 p.
7. *Rules and Regulations for the Construction and Classification of Steel Ships: Indian Register of Shipping*, 2016. – 1768 p.
8. *Guidance for Ships for Navigation in Ice: GC-14-E*. Busan, Korea: Korean Register, 2017. – 182 p.

9. *Rules and Regulations for the Classification of Ships: London, United Kingdom: Lloyd's Register, 2017. – 1703 p.*
10. *Rules for the Survey and Construction of Steel Ships: Part 1 Ships Operating in Polar Waters, Polar Class Ships and Ice class ships (with Amendments): Tokyo, Japan, ClassNK, 2017. – 136 p.*
11. *Rules for the Classification and Construction of Sea-Going Ships: Part II Hull. Gdansk, Poland: Polski Rejestr Statkow, 2018. – 290 p.*
12. *Rules for the Classification of Ships: Part F Additional Class Notations. Genova, Italy: RINA, 2018. – 279 p.*
13. *Правила классификации и постройки морских судов: Часть II Корпус. Санкт-Петербург, Российская Федерация: РС, 2018. – 209 с.*
14. *Wärtsilä Encyclopedia of Ship Technology (second edition, by Jan Babicz). Helsinki, Finland, 2015. – 659 p.*
15. *Basic Principles of Ship Propulsion: MAN Diesel & Turbo. Copenhagen, Denmark. – 45 p.*
16. *Сайт производителя гребных винтов Rice Propulsion. URL: <http://www.ricepropulsion.com/TNLS/Clearances.htm>.*
17. *Сайт производителя Clements Engineering. URL: <https://clementsengineering.co.uk/wp-content/uploads/2016/09/TD08.pdf>.*
18. *Басин А.М., Миниович И.Я. Теория и расчет гребных винтов. – Л.: Судпромгиз, 1963. – 760 с.*
19. *Анфимов В.Н., Ваганов Г.И., Павленко В.Г. Судовые тяговые расчеты / Под ред. В.Г. Павленко. – М.: Транспорт, 1978. – 216 с.*
20. *Жученко М.М., Иванов В.М. Расчеты гребных винтов. – Л.: Машигиз, 1953. – 276 с.*
21. *Войткунский Я.И., Першиц Р.Я., Титов И.А. Справочник по теории корабля: судовые движители и управляемость. – Л.: Судостроение, 1973. – 512 с.*
22. *Кацман Ф.М., Дорогостайский Д.В. Теория судна и движители. – Л.: Судостроение, 1979. – 280 с.*
23. *Алферьев М.Я. Судовые движители. – М.: Речиздат, 1947. – 665 с.*
24. *Егоров Г.В., Тонюк В.И. Многоцелевые сухогрузные суда класса «Волго-Дон макс» дедевейтом 7150 тонн проекта RSD49 типа «Нева-Лидер» // Судостроение. – 2014. – № 2. – С. 9-17.*
25. *Егоров Г.В., Анисимов К.О. Трехпалубное круизное судно «Александр Грин» пр. PV08. Первое в России судно такого класса с 1959 года // Судостроение и судоремонт. – 2012. – № 53. – С. 22-33.*

26. Егоров Г.В., Ильницкий И.А. Обоснование параметров нового железнодорожно-автомобильно-пассажирского парома для линии Ванино-Холмск. – Ч. 1 // Морской Вестник. – 2017. – № 1 (61). – С. 15-20.
27. Егоров Г.В., Ильницкий И.А. Обоснование параметров нового железнодорожно-автомобильно-пассажирского парома для линии Ванино-Холмск. – Ч. 2 // Морской Вестник. – 2017.

*Стаття надійшла до редакції 12.06.2018*

**Рецензенти:**

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Суднові енергетичні установки та технічна експлуатація» Одеського національного морського університету **Р.А. Варбанець**

кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри «Теорія та проектування корабля ім. проф. Ю.Л. Воробйова» Одеського національного морського університету **О.В. Демідюк**

УДК 629.5.081.5

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ  
ПРОЦЕСУ СПУСКУ СУДНА НА ПНЕВМАТИЧНИХ БАЛОНАХ**

**Л.С. Воленюк**  
асистент викладача

*Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова*

**Анотація.** У статті наведена математична модель спуску судна на пневматичних балонах, яка представляє собою рух твердого тіла на пружних опорах у квазістатичному наближенні. У результаті дослідження, проведеного на основі математичної моделі, отримані нові кількісні та якісні характеристики поведінки системи «судно-балони».

**Ключові слова:** математична модель, пневматичні балони, спуск судна, судно.

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ  
ПРОЦЕССА СПУСКА СУДНА НА ПНЕВМАТИЧЕСКИХ БАЛЛОНАХ**

**Л.С. Воленюк**  
ассистент преподавателя

*Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова*

**Аннотация.** В статье представлена математическая модель спуска судна на пневматических баллонах, которая представляет собой движение твердого тела на упругих опорах в квазистатическом приближении. В результате исследования, проведенного на основе математической модели, получены новые количественные и качественные характеристики поведения системы «судо-баллоны».

**Ключевые слова:** математическая модель, пневматические баллоны, спуск судна, судно.

УДК 629.5.081.5

**MATHEMATICAL MODEL OF THE PROCESS OF LAUNCHING  
A VESSEL ON PNEUMATIC CYLINDERS**

**L.S. Volenyuk**  
Assistant of the teacher

*National University of Shipbuilding named after Admiral Makarov*

**Abstract.** The article presents the mathematical model of a ship launching on airbag, analyzing the motion of a solid body on elastic supports in a quasi-static approximation. The results of the research, conducted in the article, displayed new quantitative and qualitative characteristics in the behavior of the system «ship-cylinders».

**Keywords:** mathematical model, pneumatic cylinders, ship launching, ship.

**Постановка проблеми.** Спуск суден на воду є одним з відповідальних етапів їх будівництва. Історія спусків суден з похилих поздовжніх стапелів складає не менше сотні років і тому дана проблема загалом може вважатися досить розробленою [1; 2]. Розвиток суднобудування засновано на застосуванні сучасних досягнень в проектуванні, технології та організації будівництва і спуску суден.

Останньою інноваційною розробкою можна вважати спуск суден на пневматичних балонах [3; 4].

Цей спосіб використовується для спуску на деяких суднобудівних заводах Китаю та Туреччини, але теоретичні основи його розрахунку поки що відсутня в літературних джерелах.

Таким чином, наукова актуальність визначається відсутністю наукових розробок, теоретичної та технічної бази, які зв'язують проектні й технологічні підходи до підвищення техніко економічної ефективності спуску суден з похилих стапелів на балонах.

**Мета публікації** полягає в представленні результатів наукових розробок, в основу яких покладено теоретичне розв'язання задачі спуску суден з існуючих похилих поздовжніх стапелів на пневматичних балонах.

**Викладення основного матеріалу.** Розроблено математичну модель в якій спуск судна на пневматичних балонах представлено, як поступальний рух на пружних опорах (рис. 1). При цьому вважається, що швидкості та прискорення руху судна достатньо малі, що дає підстави знехтувати силами інерції поступально руху та хвильового опору при вході корми у воду. Таким чином, реалізується так зване квазі статичне наближення з урахуванням тільки сил ваги судна, сил підтримання і реакції взаємодії судна і балонів, а швидкість руху судна наближено приймаємо постійною. Врахування знехтуваних сил дало б змогу уточнити швидкості руху судна на всіх етапах спуску судна при цьому суттєво ускладнило б розрахунки без внесення значних коректувань при визначенні реакцій та деформацій балонів.

В роботі розглянуто три системи координат:  $x_0y_0z_0$  – нерухома система координат, зв'язана з поверхнею стапеля (площина  $x_0y_0$  – площа стапеля);  $xuz$  – рухома система координат, площа  $x_0y_0$  зв'язана з поверхнею стапеля, а  $x_0z$  проходить через носовий перпендикуляр судна; та  $x'y'z'$  – зв'язана з судном система координат, площа  $x'O'y'$  якої співпадає з основною площиною судна, а  $x'O'z'$  зв'язана з носовим перпендикуляром судна. На початку спуску, коли судно знаходиться на спускових пристроях та тримається носовими утримувачами, усі системи координат співпадають по осі  $Oz$ . Положення судна у кожен момент часу визначається просіданням  $\zeta_0$  та кутом диференту  $\psi_0$  (рис. 1).

Сили, що діють на судно під час спуску (рис. 1):

$D_C$  – пускова вага судна, кН;

$R_i$  – реакція від балонів, кН·м;

$\gamma V_C$  – сила плавучості частини судна, зануреної у воду, кН;



Реакція від  $i$ -го пневматичного балона визначається в залежності від характеру контакту між днищем судна та пневматичним балоном (рис. 3, а) розраховується за формулою

$$R_i = B_i \cdot r_i, \quad (1)$$

де  $B_i$  – поперечна довжина дотику між днищем судна та балоном, м;

$r_i$  – погонна реакція  $i$ -го пневматичного балона (рис. 3, б), кН/м.

Величини  $B_i$  та  $r_i$  визначаються залежностями  $R_i = 2b_i(w_i)$ ,  $r_i = k_i \cdot w_i$ , де  $b_i(w_i)$  – півширина корпусу судна при осадці  $w_i$  у перерізі розташування  $i$ -го пневматичного балона;

$k_i$  – погонний коефіцієнт жорсткості пневматичного балону, кН/м<sup>2</sup>;

$w_i$  – зміна робочої висоти пневматичного балону, м.

Зміну робочої висоти пневматичного балона знаходиться по формулі

$$w_i = \zeta_0 - x_i \cdot \psi_0, \quad (2)$$

де  $\zeta_0$  та  $\psi_0$  – поперечне зміщення та кут нахилу судна;

$x_i$  – абсциса  $i$ -го балона, визначена у розрахунковий момент часу, м (рис. 1). Відповідно, ширина дотику пневматичного балона та днища судна розраховується згідно до умов збереження периметра балона

$$b_i = \frac{\pi}{2} \cdot (D_b - d_i) = \frac{\pi}{2} \cdot w_i = \frac{\pi}{2} \cdot \zeta_0 - \frac{\pi}{2} \cdot \psi_0 \cdot x_i', \quad (3)$$

Втрачені сили плавучості обумовлені контактом  $i$ -го пневматичного балону та судна знаходять залежно від їх заглиблення. В сумі вони дорівнюють

$$\gamma \cdot (\Delta v_i + \Delta V_i) = \frac{\pi}{2} \cdot \zeta_0 \cdot \gamma \cdot B_i \cdot T_{iB} - \frac{\pi}{2} \cdot \psi_0 \cdot x_i' \cdot \gamma \cdot B_i \cdot T_{iB}, \quad \text{кН}, \quad (4)$$

де  $T_{iB}$  – глибина води для  $i$ -го балона, м

$$T_{iB} = (S + x_i' - x_{0\text{води}}) \cdot \alpha_c, \quad (5)$$

де  $x_{0\text{води}}$  – абсциса урізу води;

$S$  – відстань, пройдена судном, в розрахунковий момент часу;

$\alpha_c$  – ухил стапеля.

Таким чином, реакція від  $i$ -го пневматичного балона буде дорівнювати

$$R_i = B_i \cdot k_i \cdot \zeta_0 - B_i \cdot k_i \cdot x_i \cdot \psi_0. \quad (6)$$



Рівняння рівноваги судна в системі координат  $x'y'z'$ :

- сума проєкцій усіх сил на вісь  $O'z'$ :

$$\sum_i F_{iz'} = 0: -D_z + \sum_{i=1}^{N_6} R_i + \sum_{i=1}^{N_6} [\gamma v_i - \gamma \Delta v_i - \gamma \Delta V_i] + \gamma V_{Cz} = 0, \quad (7)$$

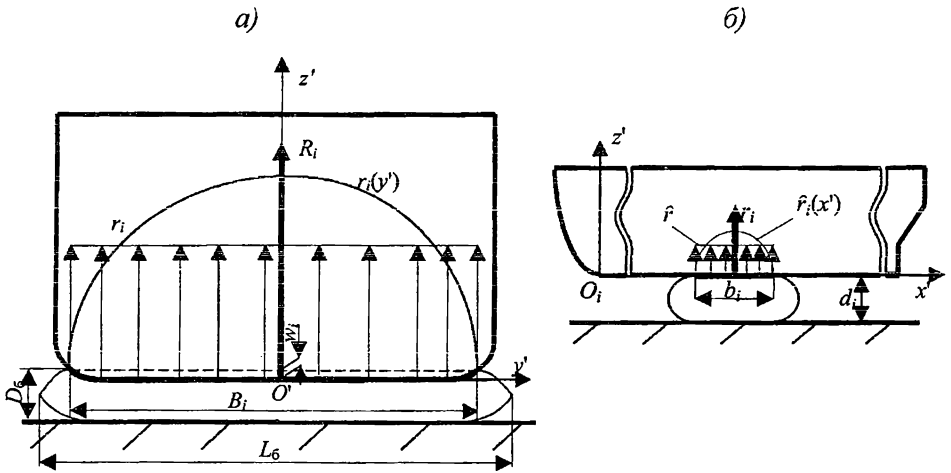


Рис. 3. Реакція балонів, лінія контакту між днищем та балоном:

а) переріз судна у площині мідель-шпангоуту;

б) переріз судна в діаметральній площині

- сума моментів усіх сил відносно точки  $O'$ :  $\sum_i M_{iO'} = 0$ :

$$-D_z \cdot \left( x'_G + \frac{L}{2} \right) - D_x \cdot z'_G + \sum_{i=1}^{N_6} R_i \cdot x'_i + \gamma V_{Cz} \cdot \left( x'_C + \frac{L}{2} \right) + \gamma V_{Cx} \cdot z'_C + \sum_{i=1}^{N_6} (\gamma v_i - \gamma \Delta v_i - \gamma \Delta V_i) \cdot x'_i = 0, \quad (8)$$

де  $N_6$  – число балонів під корпусом судна.

Враховуючи величини кута нахилу стапеля  $\alpha_C$  та кута диференту судна, приймаємо наступні припущення:

$$D_z = D_C \cdot \cos \alpha_0 \approx D_C; \quad D_x = D_C \cdot \sin \alpha_0 \approx D_C \cdot \alpha_0;$$

$\alpha_0 = \alpha_C - \psi_0$  та аналогічно для сил плавучості.

Сила плавучості судна  $\gamma V_C$  знаходиться по формулі

$$\gamma V_C = \gamma \Delta L \sum_j^{N_f} \Delta \omega_{j_{шп}}, \quad (9)$$

де  $\Delta L$  – довжина шпациї судна, м;

$\omega_{j_{шп}}$  – площа  $j$ -го шпангоуту, зануреного у воду, м<sup>2</sup>.

Для розрахунку  $\omega_{j_{шп}}$  масштаб Бонжана було апроксимовано поліномом третього порядку

$$\omega_{j_{шп}} = a_{1j} \cdot T_j + b_{1j} \cdot T_j^2 + c_{1j} \cdot T_j^3 = a_{1j} \cdot T_j + \Delta \omega_{j_{шп}},$$

де  $\Delta \omega_{j_{шп}}$  – нелінійна складова апроксимації;

$T_j$  – осадка судна на  $j$ -му шпангоуті, м.  $T_j = T_{jв} - d_j$ .

Таким чином, остаточно маємо

$$\gamma V_C = \gamma \Delta L \left( \sum_j^{N_f} [a_{1j} (T_{jс} - D_б)] + \zeta_0 \cdot \sum_j^{N_f} [a_{1j}] - \psi_0 \cdot \sum_j^{N_f} [a_{1j} \cdot x'_j] + \sum_j^{N_f} [\Delta \omega_{j_{шп}}] \right), \quad (10)$$

де  $N_f$  – число шпангоутів, занурених у воду.

Підставка усіх розрахункових величин у рівняння (7) та (8) дає наступну систему рівнянь рівноваги судна:

$$\left. \begin{aligned} & \zeta_0 \left( \sum_{i=1}^{N_k} [B_i \cdot k_i] - \sum_{i=1}^{N_k} \left[ \gamma \cdot B_i \cdot T_{iс} \cdot \frac{\pi}{2} \right] + \gamma \Delta L \sum_j^{N_f} [a_{1j}] \right) - \\ & - \psi_0 \left( \sum_{i=1}^{N_k} [B_i \cdot k_i \cdot x'_i] - \sum_{i=1}^{N_k} \left[ \gamma \cdot B_i \cdot T_{iс} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot x'_i \right] + \gamma \Delta L \sum_j^{N_f} [a_{1j} \cdot x'_j] \right) = \\ & = D_C - \sum_{i=1}^{N_k} [\gamma v_i] - \gamma \Delta L \sum_j^{N_f} [a_{1j} \cdot (T_{jс} - D_б)] - \gamma \Delta L \sum_j^{N_f} \Delta \omega_{j_{шп}}; \\ & - \zeta_0 \left( \sum_{i=1}^{N_k} [B_i \cdot k_i \cdot x'_i] \right) + \left( x'_C + \frac{L}{2} + (\alpha_C - \psi_0) z'_C \right) \cdot \gamma \Delta L \sum_j^{N_f} [a_{1j}] - \\ & - \frac{\gamma \pi}{2} \sum_{i=1}^{N_k} [B_i \cdot T_{iс} \cdot x'_i] - \psi_0 \cdot \left( -D_C \cdot z'_G + \sum_{i=1}^{N_k} [B_i \cdot k_i \cdot x_i'^2] \right) + \\ & + \left( x'_C + \frac{L}{2} + (\alpha_C - \psi_0) z'_C \right) \cdot \gamma \Delta L \sum_j^{N_f} [a_{1j} \cdot x'_j] + \\ & + z'_C \cdot \gamma \Delta L \sum_j^{N_f} [a_{1j} \cdot (T_{jс} - D_б)] - \frac{\gamma \pi}{2} \sum_{i=1}^{N_k} [B_i \cdot T_{iс} \cdot x_i'^2] - \\ & + z'_C \cdot \gamma \Delta L \sum_j^{N_f} \Delta \omega_{j_{шп}} = D_C \cdot \left( x'_G + \frac{L}{2} \right) \cdot \alpha_C \cdot z'_G - \sum_{i=1}^{N_k} [\gamma v_i \cdot x_i'] - \\ & - \left( x'_C + \frac{L}{2} + \alpha_C \cdot z'_C \right) \cdot \gamma \Delta L \sum_j^{N_f} [a_{1j} \cdot (T_{jс} - D_б) + \Delta \omega_{j_{шп}}] \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

У структурованому вигляді система рівнянь (11) та її розв'язок запишуться так:

$$\left. \begin{aligned} A_1 \cdot \zeta_0 - B_1 \cdot \psi_0 &= D_1 \\ A_2 \cdot \zeta_0 - B_2 \cdot \psi_0 &= D_2 \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

та

$$\left. \begin{aligned} \zeta_0 &= (D_2 \cdot B_1 - D_1 \cdot B_2) / (A_2 \cdot B_1 - A_1 \cdot B_2) \\ \psi_0 &= (D_2 \cdot A_1 - D_1 \cdot A_2) / (A_2 \cdot B_1 - A_1 \cdot B_2) \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

де  $A_j, B_j, D_j, j = 1; 2$  відповідають членам лівої та правої частин у системі (11).

При розв'язанні системи рівнянь необхідно враховувати наступні умови:

1. Якщо сухий  $i$ -й балон розвантажується, то  $w_i \leq 0$  і слід прийняти умову  $B_i = 0$ .

2. Якщо повністю занурений  $i$ -й балон розвантажується, то повинні зникнути і втрачені сили плавучості, тобто  $b_i = 0$ . Крім того даний балон буде знесено потоком води в ніс судна до найближчого завантаженого балона.

3. Якщо  $i$ -й балон занурен у воду повністю, то в розрахункових залежностях застосовується лінійна інтерполяція між сухим та повністю зануреним станом.

4. Якщо осадка на  $i$ -му шпангоуті судна менше нуля, то коефіцієнти  $a_1, b_1, c_1$  дорівнюють нулю.

Дані умови та залежні від величин  $\zeta_0$  і  $\psi_0$  члени в коефіцієнтах  $A_j, B_j, D_j$  роблять систему рівнянь нелінійною, тому до розв'язків слід долучити ітераційні процедури на кожному кроці розв'язання системи для корегування величин  $A_j, B_j, D_j$ .

Розрахунки виконуються для положень судна  $S_k = k \cdot 2 \cdot l_6$ , де  $k = 0, 1, 2, \dots$ ;  $l_6$  – відстань між балонами. Даний крок було обрано так, щоб балони обмінювались місцями положення, без зміни відповідних координат  $x'_i$ .

На основі розробленої математичної моделі було проведено розрахунки спуску танкера довжиною 174,6 м (вага судна 12035 т) [5].

Результати представлені графічно на рисунку 4: на першому графіку зображено рівень води, поріг стапеля, критичне значення робочої висоти балонів та положення основної лінії судна під час спуску у послідовні моменти часу (рис.4, а); на другому графіку зображені епюри реакції пневматичних балонів у фіксовані моменти часу при спуску (рис. 4, б).

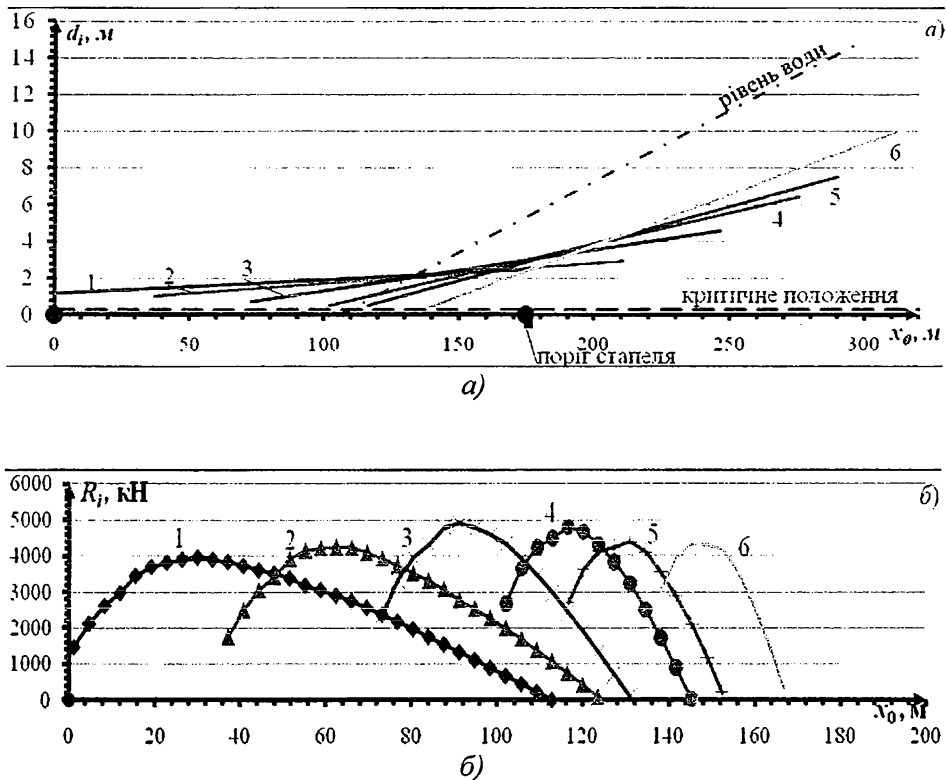


Рис. 4. Результати розрахунку спуску судна:  
 а – положення основної лінії судна;  
 б – реакції від  $i$ -х пневматичних балонів

Представлені результати розрахунку спуску на балонах діаметром 2 м та відстанню між балонами 3,6 м; лінії 1-6 відповідають шляху пройденому судном  $S = 0; 36; 72; 100,8; 115,2; 136,8$  м відповідно.

Варіанти розрахунків спусків було проведено для значень діаметрів балонів  $D_6 = 1,5; 1,8; 2,0$  м, відстані між балонами мінімальна, максимальна та проміжна для кожного обраного типу  $l_6 = 2,9-4,2$  м. На рисунку 4 а показана траєкторія руху носового перпендикуляра судна під час спуску: лінії 1, 2, 3 відповідають  $D_6 = 2,0$  м та  $l_6 = 3,6; 4,2; 4,7$  м відповідно; лінії 4, 5, 6 відповідають  $D_6 = 1,8$  м та  $l_6 = 3,3; 3,6; 4,2$  м відповідно; лінія 7 –  $D_6 = 1,5$  м та  $l_6 = 2,9$  м.

Також на основі отриманої у другому наближенні математичної моделі проведено дослідження з оптимізації обору пневматичних балонів (рис. 5; 6). Параметр цільової функції – безпечне положення судна на всіх етапах спуску; обмеження – діаметр балона та відстань між балонами.

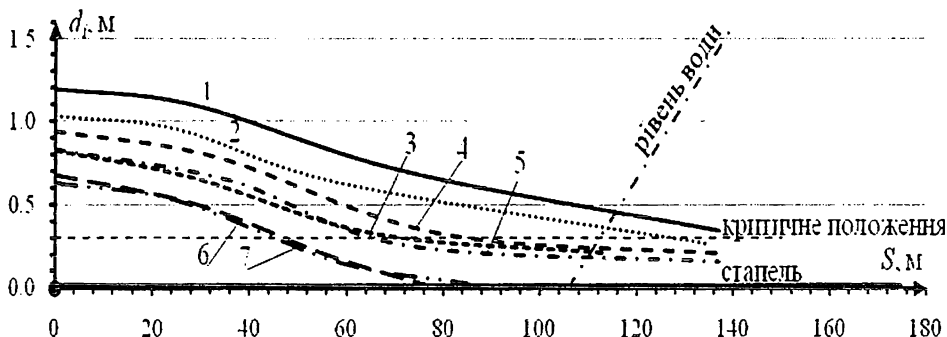


Рис. 5. Траекторія руху носового перпендикуляра судна під час спуску на пневматичних балонах

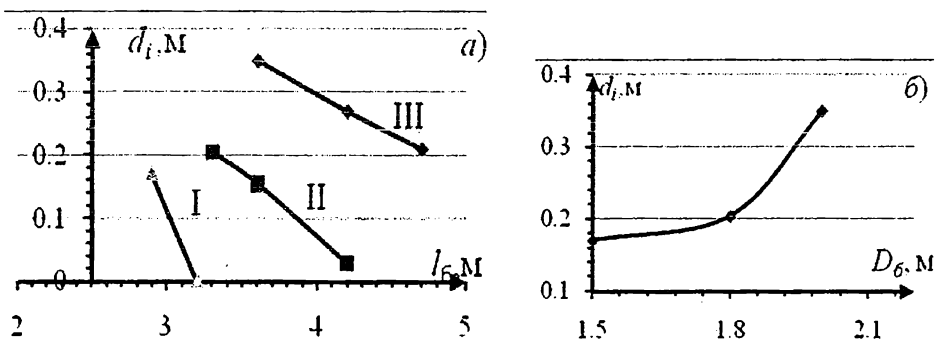


Рис. 6. Залежність робочої висоти пневматичного балона:  
а) від відстані між балонами; б) від діаметра балона

Результати оптимізаційної задачі представлені графічно, на прикладі спуску судна довжиною 174,6 м, зі стапеля нахил якого складає 3°. На рисунку 6, а лінія I відповідає балонам діаметром 1,5 м, лінія II – балонам діаметром 1,8 м та лінія III – балонам діаметром 2,0 м. Аналіз графіків показав, що максимальний діаметр балонів та мінімальна відстань між ними забезпечують максимально безпечніше положення судна.

Також, для перевірки розрахунків, проведено дослідження спуску судна без урахування води, тобто судно спускається з нескінченно довгої похилої поверхні. Розрахунок проводиться до моменту, коли судно торкається стапеля. Результати розрахунків показали, що відстань пройдена судном практично не залежить від діаметрів балонів та відстані між ними. Для прикладу на графіку (рис. 7) зображено спуск судна на балонах  $D_6 = 1,5$  м та  $l_6 = 2,9$  м – лінії 1, 4, 7;  $D_6 = 1,8$  м та  $l_6 = 2,9$  м – лінії 2, 5, 8;  $D_6 = 2,0$  м та  $l_6 = 3,6$  м – лінії 3, 6, 9.

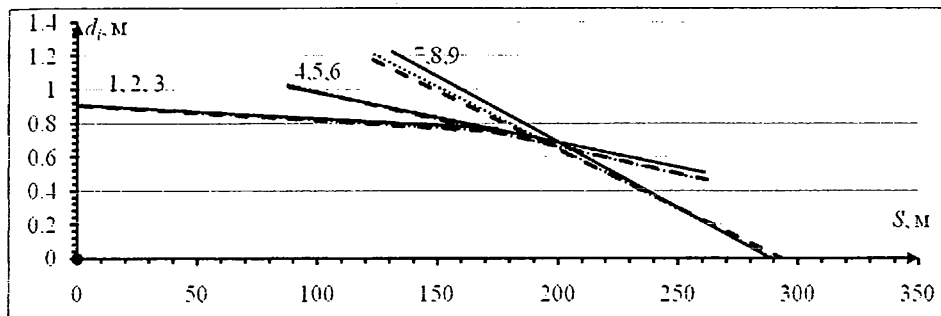


Рис. 7. Траєкторія руху основної лінії судна під час спуску на балонах по сухому стапелю

### Висновки

1. Представлена математична модель спуску судна на воду з похилого поздовжнього стапеля на пневматичних балонах та на основі розрахунків даного процесу виявлені наступні закономірності:

а) положення максимального значення реакцій від балонів практично стабільно протягом усього процесу спуску;

б) зменшення площі контакту між балонами і днищем судна у носовій частині через звуження корпусу суттєво зменшує діючі реакції;

в) максимальні значення реакцій впродовж спуску судна зростають не більше ніж на 15-20 %, поступово зміщуючись до носової частини судна;

г) при спливанні зануреної у воду кормової частини судна не виявлено значного навантаження на корпус та на балони у носовій частині судна.

2. В результаті проведеного дослідження з оптимізації вибору характеристик пневматичних балонів виявлено, що максимальний діаметр балонів та мінімальна відстань між ними забезпечують максимально безпечне положення судна.

3. Застосування розробленої математичної моделі також дозволило уточнити положення судна на всіх етапах спуску та встановити, що тиск на одиницю площі контакту балонів та днища судна в процесі спуску залишається незмінним і залежить тільки від показника жорсткості балонів на стискання. Крім того, у порівнянні з традиційними розрахунками виявлено, що спливання настає дещо раніше, ніж при традиційному спуску.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Загайкевич Д.Н. Продольный спуск судов: учебное пособие. – Л.: Судпромгиз, 1950. – 239 с.
2. Спуск судов: Монография / А.А. Курдюмов и др. – Л.: Судостроение, 1966. – 416 с.
3. CB/T 3837-1998. *Technological Requirements for Ship Upgrading or Launching Relying on Air-bags*. – China national standard. – Effective of 1998.
4. Мобильные судоподъемные комплексы. – Аквалайт. Мобильные судоподъемные комплексы. Copyright (C) 2010-2016 Aqualight LTD. – URL: <http://marineairbag.ru/> (дата звернення 28.08.2016).
5. Volenyuk L.S., Rashkovskiy A.S. *Ship stability analysis during launching from longitudinal sloping slipway by pneumatic airbags*. *International Shipbuilding Progress*. – Vol. Preprint. – P. 1-10. – 2017. – DOI: 10.3233/ISP-170136.

Стаття надійшла до редакції 25.05.2018

#### Рецензенти:

доктор технічних наук, професор Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова **О.С. Рашковський**

кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри «Теорія та проектування корабля ім. проф. Ю.Л. Воробйова» Одеського національного морського університету **О.В. Демідюк**

УДК 624.154

**АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ  
ЕКСПЛУАТОВАНИХ ПРИЧАЛЬНИХ СПОРУД МОРСЬКИХ ПОРТІВ УКРАЇНИ**

**М.П. Дубровський**

д.т.н, професор, завідувач кафедри «Морські та річкові порти,  
водні шляхи та їх технічна експлуатація»

*Одеський національний морський університет*

**В.М. Петросян**

головний портовий інженер LLP «Calimantan rail»

**О.В. Калюжний**

головний інженер Одеської філії державного підприємства  
«Адміністрація морських портів України»

**В.Є. Калюжна**

доцент кафедри «Морські та річкові порти, водні шляхи та їх технічна експлуатація»

*Одеський національний морський університет*

**Анотація.** Проаналізований сучасний стан причального фронту морських портів України. Розглянуті основні параметри причалів: вік, глибина води, довжина, технічний стан. Розроблені рекомендації по актуальних напрямках вдосконалення і розвитку причального фронту українських морських портів на найближчу і середньострокову перспективу.

**Ключові слова:** морський порт, причальна споруда, больверк, естакада, причал змішаного типу.

**АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ  
ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ МОРСКИХ ПОРТОВ УКРАИНЫ**

**М.П. Дубровский**

д.т.н, профессор, заведующий кафедрой «Морские и речные порты,  
водные пути и их техническая эксплуатация»

*Одесский национальный морской университет*

**В.Н. Петросян**

главный портовый инженер LLP «Calimantan rail»

**А.В. Калюжный**

главный инженер Одесского филиала государственного предприятия  
«Администрация морских портов Украины»

**В.Е. Калюжная**

доцент кафедры «Морские и речные порты, водные пути и их техническая эксплуатация»

*Одесский национальный морской университет*

**Аннотация.** Проанализировано современное состояние причального фронта морских портов Украины. Рассмотрены основные параметры причалов: возраст, глубина воды, длина, техническое состояние.



*Разработаны рекомендации по актуальным направлениям совершенствования и развития причального фронта украинских морских портов на ближайшую и среднесрочную перспективу.*

*Ключевые слова: морской порт, причальное сооружение, больверк, эстакада, причал смешанного типа.*

## STATE-OF-THE-ART ANALYSIS OF OPERATED BERTH STRUCTURES OF THE UKRAINIAN SEA PORTS

**M.P. Doubrovsky**

Doctor of Sciences (Technical), Professor  
Head of the department «Sea and river ports, waterways and their technical operation»

*Odessa National Maritime University*

**V.M. Petrosyan**

Chief Port Engineer of L L P  
«Calimantan rail»

**O.V. Kalyuzhny**

Chief Engineer of Odessa Branch State Enterprise  
«Administration of Sea Ports of Ukraine»

**V.Y. Kalyuzhna**

Associate professor of the department «Sea and river ports,  
waterways and their technical operation»

*Odessa National Maritime University*

**Abstract.** *Current technical state of the waterfront structures of Ukrainian sea ports is analyzed. In the paper were considered and discussed main parameters of the berths: age, water depth, length, technical state. Recommendations on actual directions of improvement and development of berthing structures for Ukrainian sea ports are worked out for the nearest and medium-term perspective.*

**Keywords:** *sea port, berthing structure, sheet piling, piled structure, mixed type quay wall.*

У воднотранспортній структурі України морські порти займають одне із провідних місць. У зв'язку із цим для вибору правильної технічної політики їх експлуатації, розвитку і модернізації практичний інтерес представляє аналіз сучасного стану причального фронту портів України. Нами були проаналізовані технічні параметри всіх вантажних (включаючи нафтоналивні), вантажопасажирських і пасажирських причалів – усього 275 споруд – для всіх 18 морських портів України\*. Не розглядалася лише частина допоміжних і причалів портового флоту довжиною менше 50 м, а також причали порт-пунктів. Зазначені обмеження, однак, не вплинули на повноту і достовірність одержуваних даних.

---

\*За станом на 01.02.2014 р.

Сучасний причальний фронт України представлений конструкціями, які зведені, в основному, у період після Другої світової війни. При цьому найпоширенішими конструктивними рішеннями були пальові естакади, включаючи облямівки і больверки зі шпунта. Приклади конструктивних рішень причалів згаданих основних типів наведені на рис. 1-3. У таблиці 1 наведений розподіл здійснених споруд по типах конструкцій за станом на 01.12.2017 р., який підтверджує цей висновок.

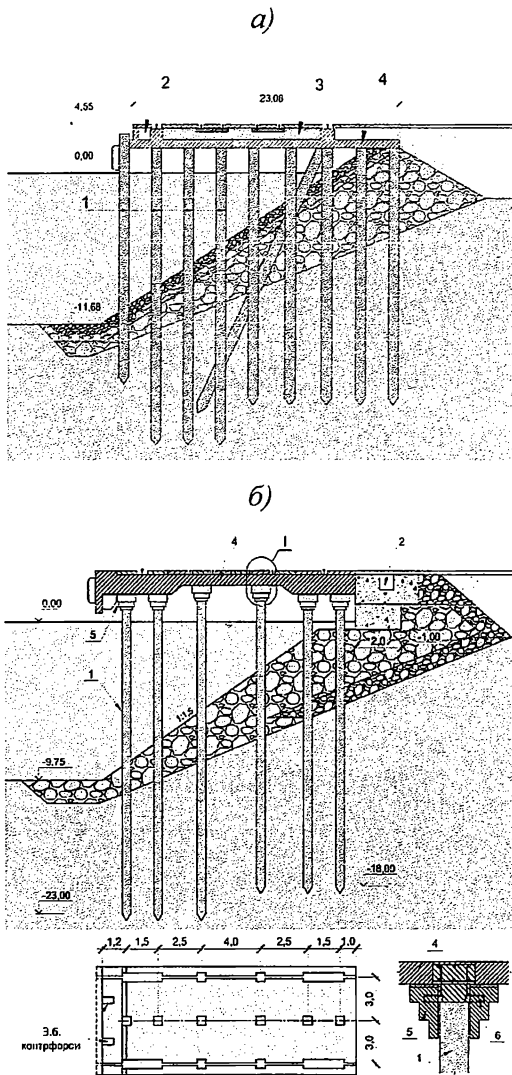


Рис. 1. Набережні-естакади із залізобетону з монолітною (а) і збірною (б) верхньою будовою:  
1 – палі; 2 – потерна; 3 – баластовий шар;  
4 – ростверк у вигляді залізобетонної плити; 5 – наголовники;  
6 – опорні швелери

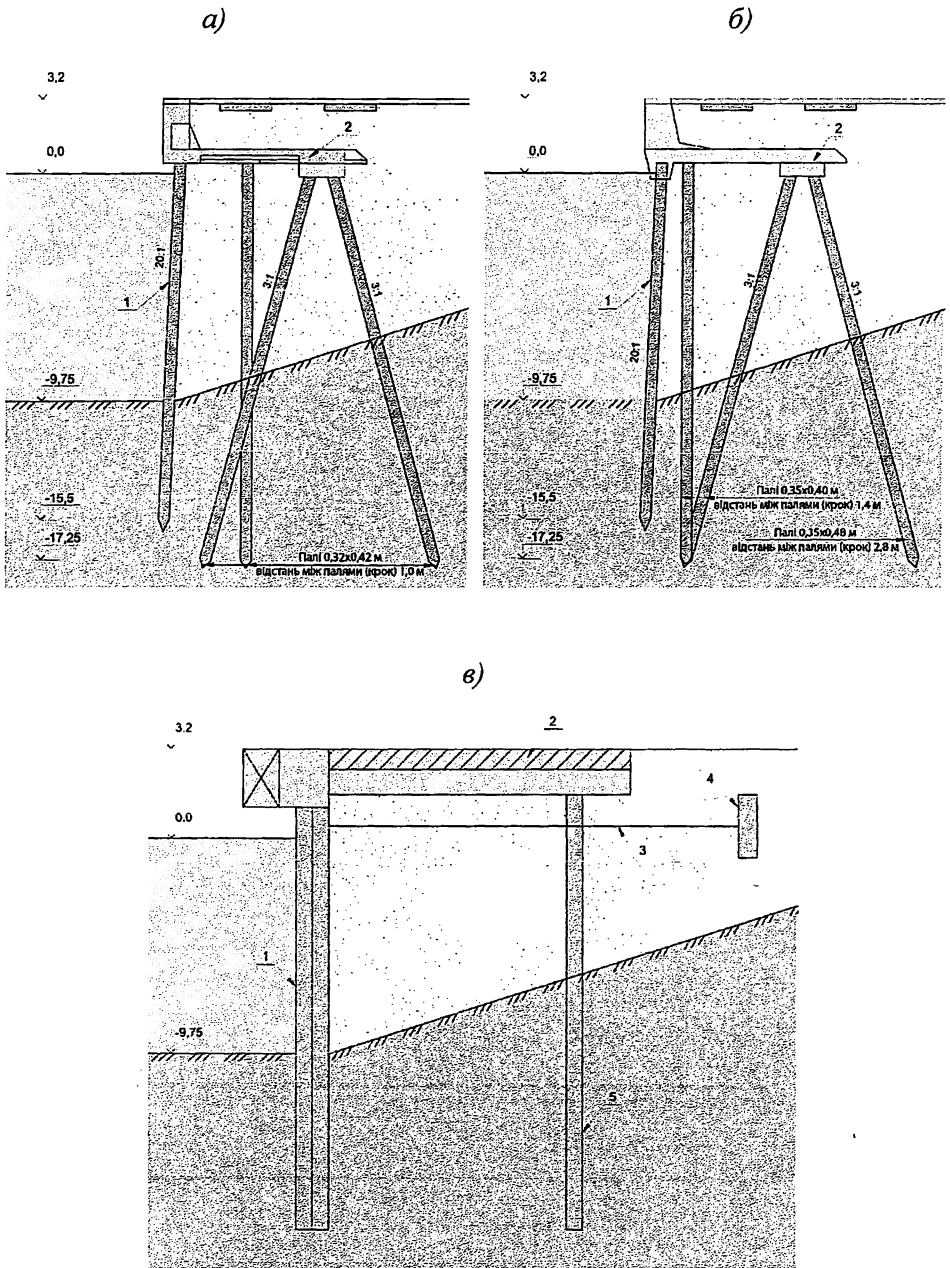
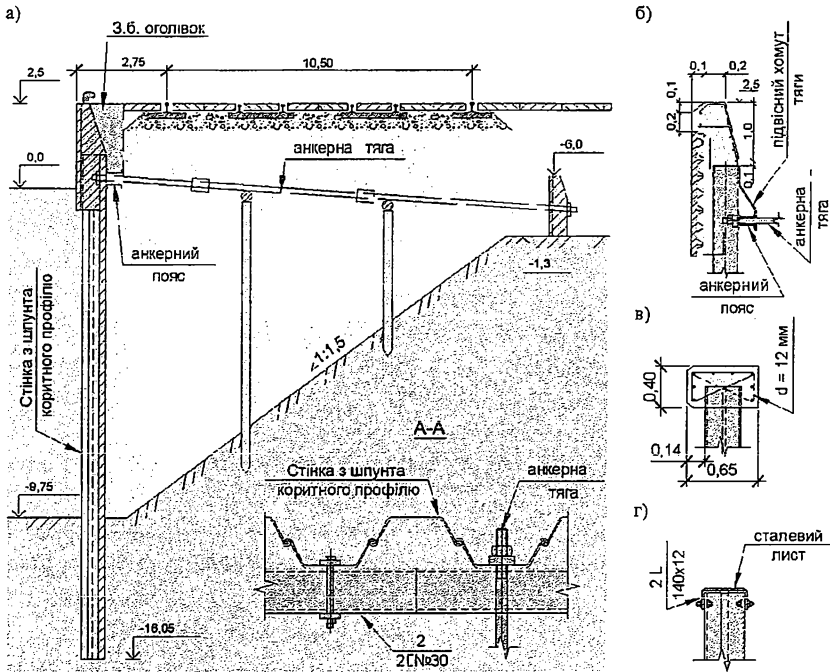


Рис. 2. Набережні-стілки на залізобетонних палях з переднім шпунтом  
а, б – з козловою системою палей; в – з анкерним пристроєм:  
1 – шпунтовий ряд; 2 – залізобетонний ростверк;  
3 – анкерна тяга; 4 – анкерна плита; 5 – палі



*Рис. 3. Стінка з металевого шпунта з анкерною плитою  
а – поперечний розріз; б – збірно-монолітна залізобетонна надбудова;  
в – варіант стінки із залізобетонним оголовком;  
г – варіант стінки зі сталевим оголовком*

Таблиця 1

*Розподіл причальних споруд морських портів України  
по типах конструкцій*

Тип конструкції	Частка у загальному причальному фронті, %
Пальові естакади, включаючи облямівки	39,0
Больверки та інші тонкі стінки	51,0
Гравітаційні споруди, у тому числі:	7,5
масивове мурування	6,0
кутникові стінки	0,5
оболонки великого діаметра	1,0
Інші	2,5

Естакадні конструкції зведені з попередньо напружених залізобетонних паль і на сталевих опорах. З них – 68 % причали на призматичних палях, 14 % – на палях-оболонках діаметром 1,6 м і 18 % – на металевих трубах, причому сталеві опори почали застосовувати в останні двадцять років. Верхня будова виконувалася, в основному, плитного типу та ригельної системи.

Слід зазначити, що, якщо 50-60 роки минулого століття характеризувалися зведенням конструкцій естакадного типу, то наступні десятиліття відрізняє перехід до конструкцій типу «больверк», а в ряді випадків до змішаних конструкцій, що поєднують обидва типи.

Заанкеровані больверки (споруди до 2001 р.) виконувалися, як правило, з металевого шпунта коритного профілю типу Ларсен 4 і/або Ларсен 5 вітчизняного виробництва.

Останнє десятиліття характеризується переходом при будівництві причалів типу «больверк» на високоміцний і економічний сталевий шпунт високої несучої здатності закордонного виробництва – в основному фірм «ArcelorMittal» (Люксембург) і «Höesch» (Німеччина). Це сприяло застосуванню споруд типу «больверк» і при зведенні глибоководних причалів (глибина біля кордону причалу більше 13,0 м).

Важливою габаритною характеристикою є довжина причального фронту. Але, якщо глибина біля кордону є строго розрахунковою величиною, то довжина причалу, особливо в усталених портах, призначається, найчастіше, на підставі суб'єктивних оцінок. Проте, становить інтерес розподіл досліджуваної групи причалів по довжині (табл. 2).

*Таблиця 2*

*Розподіл причального фронту по довжині  
в морських портах України*

Довжина причалів, м	Частка в складі причального фронту, %
75-100	2,1
101-125	2,4
126-150	10,6
151-175	13,4
176-200	31,0
201-225	18,5
226-250	11,5
251-300	7,2
більше 300	3,3

Аналіз габаритних розмірів причалів у певній мірі може дати кількісну характеристику морального спрацювання. Найбільш показовою щодо цього є глибина біля кордону, оскільки остання обумовлена компонентом воднотранспортного процесу, який найбільш швидко оновлюється, – флотом.

Розвиток вантажних і пасажирських воднотранспортних перевезень і обумовлене цим створення нових типів глибоководних суден, осадка яких з вантажем перевищує 12,0-17,0 м, є основною причиною морального старіння причалів і, як наслідок, обумовлює необхідність зміни глибин причального фронту в українських морських портах.

Реорганізація структури управління флотом України (списання значної частини застарілого флоту, втрата лінійного судноплавства тощо) привела до змін суден-представників, що відвідують порти України.

Аналіз як структури флоту, який відвідує порти України, так і найближчих перспектив його розвитку, відображений у табл. 3.

*Таблиця 3*

*Основні розміри суден, які відвідують порти України  
(за прогнозом на 2020-2023 р.)*

Тип флоту	Частка, %	Дедвейт, тис. т	Довжина, м	Осадка, м	Глибина причалу, м
Універсальні, багатоцільові судна	24,0	10-60	150-240	8,0-12,0	9,75-13,0
Контейнеровози	24,0	40-120	200-330	8,0-15,0	9,75-17,0
Ролкери	4,0	5-30	120-220	7,0-10,0	8,25-11,5
Балкери	24,0	30-180	200-330	10,0-18,0	12,0-21,0
Танкери	6,0	30-120	240-290	10,0-15,0	12,0-17,0
Газовози	6,0	10-80	180-255	8,0-12,5	9,75-15,0
Комбіновані	4,0	10-40	180-220	8,0-12,5	9,75-14,0
Пороми й паса- жирські судна	6,0	5-25	125-200	5,0-9,0	7,5-11,5
Інші	2,0	>100	>300	>15,0	19,0

З табл. 3 випливає, що найбільш представницьку частку флоту за прогнозом на 2020 р. становлять судна, для приймання яких у портах України слід забезпечити глибини біля причалів в інтервалі від 13 до 17,0 м.

Враховуючи тенденцію в розвитку флоту, яка змінилася, (портфель замовлень світового флоту на 85 % складається із суден з осадкою більше 10 м), експлуатація глибоководних причалів (з глибинами від 13 до 17 м) є сьогодні гострою потребою, про це, зокрема, свідчать реконструкція та/або будівництво в багатьох країнах глибоководного причального фронту.

Ілюстрацією до зроблених висновків може стати порівняння даних про наявність глибоководних причальних споруд у портах деяких країн світу із ситуацією в портах України (табл. 4).

*Таблиця 4*

*Структура причального фронту по глибинах  
у портах деяких країн світу*

Глибина води біля причалу, м	Процентна кількість причалів у країнах						
	Японія	Китай	Франція	Голландія	США	Росія	Україна
5,0-9,0	30	30	40	29	38	30	26
9-12,2	35	34	31	31	50	57	65
12,2-15,2	14	18	14	21	5	8	6
15,2-18,3	14	10	8	11	5	5	3
більше 18,3	7	8	7	8	2	5	0

Розглядаючи інший критерій – технічну оснащеність причального фронту морських портів країни, слід зазначити, що за станом на 2017 р. значна частина перевантажувального обладнання може бути віднесена до низько продуктивного і морально застарілого (як правило, це циклічні механізми). Дані, наведені в табл. 5, свідчать про те, що основне перевантажувальне обладнання становлять легкі крани. Установлення ж на причалах більш досконалого технологічного обладнання, як правило, вимагає пошуку резервів несучої здатності причального фронту та, у багатьох випадках, обумовлює необхідність проведення ремонтних або реконструктивних заходів для забезпечення останньої.

Одним з найважливіших показників технічного стану причальної споруди є строк її експлуатації. Результати аналізу даних для причальних споруд українських морських портів наведено в табл. 6.

Таким чином, можна робити висновок, що причальний фронт України слід віднести до порівняно «молодих», оскільки середній вік причальних споруд портів країни становить 33,7 року проти, наприклад, середнього віку причалів 46,4 року для портів колишнього СРСР у цілому.

Таблиця 5

*Склад перевантажувального обладнання в портах України*

Тип перевантажувального обладнання	Частка, %
Легкі крани вантажопідйомністю до 100 кН Типу «Ганц», «Абус» та інші.	33
Середні крани прискорених технологічних процесів вантажопідйомністю від 100 до 350 кН типу «Альбатрос», «Сокіл» та інші.	37
Важкі крани вантажопідйомністю більше 350 кН типу «Кондор» та інші.	10
Нові крани українського виробництва типу «Марк» (Азовмаш), «НКМЗ» (Новокаматорськ) та інші.	14
Спеціалізовані перевантажувачі	6

Таблиця 6

*Строк експлуатації і ступінь часового спрацювання причальних споруд морських портів України*

Строк експлуатації, років	Ступінь часового спрацювання	Частка, %
більше 50	0,86-1,08	7,2
40-50	0,69-0,86	7,9
30-40	0,52-0,69	15,0
20-30	0,35-0,52	32,5
10-20	0,17-0,35	23,5
до 10	0-0,17	13,9

Основна кількість причалів українських морських портів характеризується тривалістю функціонування від 20 до 40 років. Більша частина причальних споруд до 2018 р. не вичерпала нормативний термін служби. Наведена в табл. 6 ступінь часового спрацювання розрахований щодо нормативного, а не фактичного терміну служби споруди. Фактичний же ступінь фізичного спрацювання, мабуть, може мати певні відмінності. Слід зазначити, що на сьогоднішній день відсутні нормативні документи, які регламентують кількісну оцінку фізичного спрацювання, у зв'язку з чим його визначення носить, у певній мірі, суб'єктивний характер.



На наш погляд, важливими і актуальними напрямками подальших досліджень, спрямованих на вдосконалення і подальший розвиток причального фронту морських портів України, є:

- Вдосконалення методів проектування, будівництва і технічної експлуатації традиційних конструкцій причальних споруд, головним чином, больверків підвищеної несучої здатності, адаптованих до умов експлуатації глибоководних причалів.

- Розробка і впровадження в практику портового гідротехнічного будівництва нових раціональних конструкторсько-технологічних рішень, зокрема, споруд змішаного типу; у цьому напрямі, як представляється, перспективними для умов українських морських портів є гравітаційно-пальові конструкції.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Проблеми та перспективи розвитку морських портів України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.diplomus.in.ua/load/referaty/problemi\\_ta\\_perspektivi\\_rozvitku\\_morskikh\\_portiv\\_ukrajini/194-1-0-48219](http://www.diplomus.in.ua/load/referaty/problemi_ta_perspektivi_rozvitku_morskikh_portiv_ukrajini/194-1-0-48219).*
2. *Про затвердження Стратегії розвитку морських портів України на період до 2038 року [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/548-2013-%D1%80>.*
3. *Жилін М. Дослідження сучасного стану морських торгових портів України / М. Жилін // Економічні інновації. – 2015. – Вип. 60 (1). – С. 111-120.*
4. *Роль АМПУ в розвитку портової галузі України. [Електронний ресурс]. <http://uspa.gov.ua/pres-tsentr/analitika/analitika-2018/15978-rol-ampu-v-rozvitku-portovoji-galuzi-ukrajini>*
5. *Doubrovsky M., Kaluzhnaya V., Kaluzhniy A., Oganesyanyan V. Some Innovations for Offshore and Harbor Berths Construction // Journal of Shipping and Ocean Engineering. – Vol. 5. № 3, May-June 2015. – David Publishing Company, USA. – P. 115-122. <http://www.davidpublisher.com>. <http://www.davidpublisher.org>*
6. *Іванов Г.С. Аналіз стану та показників розвитку морських портів України. Транспорт (1980-2015) [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2005/tz/tz\\_rik/tz\\_u/ts\\_u.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2005/tz/tz_rik/tz_u/ts_u.htm)*

## REFERENCES

1. *Problems and prospects of development of sea ports of Ukraine [Electronic resource]. – Mode of access [http://www.diplomus.in.ua/load/referaty/problemi\\_ta\\_perspektivi\\_rozvitku\\_morskikh\\_portiv\\_ukrajini/194-1-0-48219](http://www.diplomus.in.ua/load/referaty/problemi_ta_perspektivi_rozvitku_morskikh_portiv_ukrajini/194-1-0-48219).*
2. *On Approval of the Strategy for the Development of Seaports of Ukraine for the period up to 2018. [Electronic resource]. – Mode of access <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/548-2013-%D1%80>.*
3. *Zhilin M. Research of the Current State of Sea Commercial Ports of Ukraine / M. Zhilin // Economic Innovations. – Issue 60 (1). – P. 111-120.*
4. *The role of the Administration of the Marine Ports of Ukraine in the development of the port industry in Ukraine. [Electronic resource]. – Mode of access <http://uspa.gov.ua/prestsentr/analitika/analitika-2018/15978-rol-ampu-v-rozvitku-portovoji-galuzi-ukrajini>*
5. *Doubrovsky M., Kaluzhnaya V., Kaluzhniy A., Oganesyanyan V. Some Innovations for Offshore and Harbor Berths Construction // Journal of Shipping and Ocean Engineering. – Vol. 5. – № 3. – May-June. – 2015. David Publishing Company, USA. – P. 115-122. <http://www.davidpublisher.com>. <http://www.davidpublisher.org>*
6. *Ivanov G.C. Analysis of The State And Indexes of Development of Marine Ports of Ukraine. Transport(1980-2015)[Electronic resource]. – Mode of access: [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2005/tz/tz\\_rik/tz\\_u/ts\\_u.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2005/tz/tz_rik/tz_u/ts_u.htm).*

*Стаття надійшла до редакції 20.04.2018*

**Рецензент** – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри Енергетичне та водногосподарське будівництво Одеської державної академії будівництва та архітектури **В.С. Осадчий**

УДК 629.12.084

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ УДАРНОЙ  
ОБРАБОТКИ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

**О.И. Стальниченко**

к.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Технология материалов»

**Д.В. Иоргачев**

к.т.н., доцент кафедры «Технология материалов»

*Одесский национальный морской университет*

**В.Д. Иоргачев**

к.т.н., доцент кафедры «Технология машиностроения»

*Одесский национальный политехнический университет*

**Аннотация.** Рассмотрено влияние остаточных напряжений в сварных конструкциях, предложен способ их снятия.

Проведены испытания на усталость трех серий образцов с применением ультразвуковой ударной обработки, которые показали эффективность предлагаемого способа снятия остаточных напряжений и повышения работоспособности сварных конструкций.

**Ключевые слова:** сварной шов, ультразвуковая обработка, остаточные напряжения, сопротивление усталости.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ УДАРНОЇ ОБРОБКИ  
ДЛЯ ЗМІЦНЕННЯ ЗВАРНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**О.І. Стальніченко**

к.т.н., професор, завідувач кафедри Технологія матеріалів

**Д.В. Іоргачев**

к.т.н., доцент кафедри «Технологія матеріалів»

*Одеський національний морський університет*

**В.Д. Іоргачев**

к.т.н., доцент кафедри «Технологія машинобудування»

*Одеський національний політехнічний університет*

**Анотация.** Розглянуто вплив залишкових напружень в зварних конструкціях, запропонований спосіб їх зняття.

Проведено випробування на втому трьох серій зразків із застосуванням ультразвукової ударної обробки, які показали ефективність запропонованого способу зняття залишкових напружень і підвищення працездатності зварних конструкцій.

**Ключові слова:** зварний шов, ультразвукова обробка, залишкові напруження, опір втоми.

УДК 629.12.084

**RESEARCH OF EFFICIENCY OF ULTRASONIC SHOCK TREATMENT  
FOR WORK-HARDENING OF WELDMENTS**

**O.I. Stalnichenko**

Ph.D., professor, head of the department «Technology of materials

**D.V. Iorgachev**

Ph.D., associate professor of the department «Technology of materials»

*Odessa National Maritime University*

**V.D. Iorgachev**

Ph.D., associate professor of the chair «Technology of mechanical engineering»

*Odessa National Polytechnic University*

***Abstract.** The influence of residual stresses in welded structures is considered, a method for their removal is proposed.*

*Fatigue tests of three series of samples with the application of ultrasonic shock treatment were carried out, which showed the effectiveness of the proposed method for removing residual and improving the performance of welded structures.*

***Keywords:** weld seam, ultrasonic treatment, residual stresses, fatigue resistance.*

При приварке пластин наружной обшивки корпуса судна либо при приварке к полотнищу набора различных кронштейнов и др. в сварных швах и околошовной зоне возникают остаточные напряжения, которые оказывают влияние на работоспособность конструкции. Наличие остаточных напряжений в околошовной зоне приводит к интенсификации процесса коррозии, а зачастую и к образованию трещин.

Радикальным средством снижения вредного влияния остаточных напряжений является снятие их, либо перераспределение в наиболее благоприятную эпоху в ослабленной зоне термического влияния. Известно, что критерием оценки эффективности способа снятия напряжений, является высокая сопротивляемость металла сварного шва и околошовной зоны усталостному разрушению.

Одним из способов снижения уровня остаточных напряжений в сварных швах является ультразвуковая ударная обработка (УУО). Чтобы подтвердить благоприятное влияние УУО, проводились испытания на усталость трех серий образцов;

- основной металл без сварных швов;
- сварные образцы без УУО;
- сварные швы, обработанные ультразвуком.

Образцы для испытаний изготавливались из одного прокатного листа толщиной 6 мм. Кромки под сварку обрабатывались механическим способом. При сварке образцов начало и конец шва выводили на технологические планки.

Для изготовления образцов сваривалось полотнище в свободном состоянии. После сварки полотнище разрезалось на образцы механическим способом. Размер образцов 400 x 100 мм. Общий вид образца, подготовленного для испытаний на усталость, показан на рис. 1.

Сварка образца из стали 45 производилась вручну при режиме:  $I = 80 - 90$  А,  $V_{св} = 0,3$  см/с электродом диаметром 3 мм.

Для создания концентратора напряжений в перпендикулярном шву направлении наплавлялся перекрестный валик.

УУО велась преобразователем ПМС-27 иглами диаметром 2,0 мм на режиме:

- усилие прижатия инструмента к обрабатываемой поверхности – 80 Н;
- скорость перемещения инструмента вдоль шва – 0,15 см/с;
- количество проходов – 1.

Обработка шва производилась с двух сторон. Ширина обрабатываемой полосы от кромки шва – 25 мм.

После обработки наклепанная поверхность имела сплошное расположение лунок, образовавшихся от удара игл-ударников.

Одновременно с неупрочненными и упрочненными ультразвуком образцами испытывались образцы из основного металла.

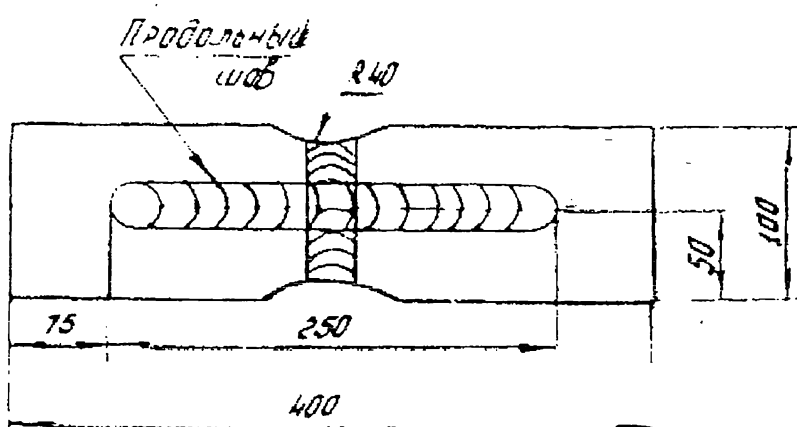


Рис. 1

За основной критерий оценки циклической долговечности принималось количество циклов, при котором происходит полное разрушение образца. При этом фиксировалось напряжение в образце и количество циклов.

Кривая усталости строилась по уравнению, полученному на основании статистической обработки напряжений и долговечности образцов, составляющих испытанную серию. По данным расчетов строились кривые усталости.

Испытания на усталость осуществлялись на машинах, работающих по принципу чистого изгиба по знакопеременному симметричному циклу (рис. 2). Частота циклов – 430 в минуту. Испытания проводились на воздухе. База испытаний принята  $2 \times 10^6$  циклов.

Результаты испытаний на усталость приведены на рис. 3.

Уменьшение предела выносливости образцов после упрочнения ультразвуком по сравнению с основным металлом можно отнести за счет различия свойств металла шва и основного металла.

Надо полагать, что литая структура металла сварного шва имеет несколько ниже сопротивляемость усталостному разрушению. Однако, это влияние невелико, т.к. по данным испытаний оно составляет лишь 6 %.

Испытания на усталость показали, что метод УУО является эффективным средством снятия остаточных напряжений и повышения работоспособности сварных конструкций.



*Рис. 2. Обработка образца ультразвуком*

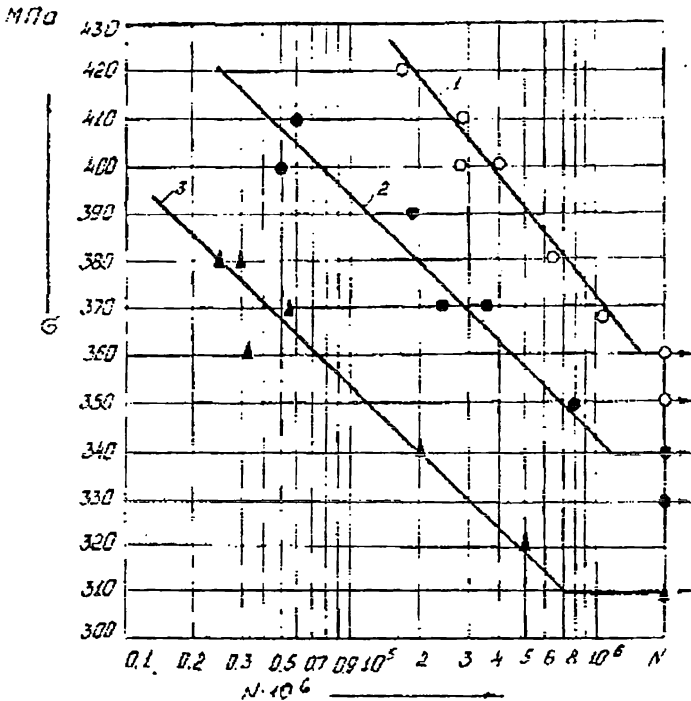


Рис. 3. Кривые усталости образцов:  
1 – основной металл;  
2 – образцы, упрочненные ультразвуком;  
3 – без упрочнения

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кравцов Т.Г. Технологические возможности способа ультразвуковой ударной обработки и его применение в судоремонте // Экспресс информация: Серия «Судоремонт». – М.: В/О «Мортехинформреклама», 1992. – Вып. 1(644). – 14 с.
2. Труфянов В.И., Михеев П.П., Статников Е.Ш. Повышение сопротивления усталости сварных соединений металлоконструкций ультразвуковой ударной обработкой: Информ. письмо ИЭС им. Е.О. Патона. – 1988. – № 32.
3. Кобзарук А.В., Стальниченко О.И. Методика оценки усталостной прочности толстолистовых элементов и наплавленных участков в судокорпусной конструкции судоремонте / Труды V международного семинара «Современные проблемы техники и подготовка инженерных кадров» // Сб. трудов. – Тунис, г. Табарка. – 2011. – 4 с.

4. *Стальниченко О.И. Применение ультразвуковой ударной обработки в судоремонте / Труды III международного семинара «Современные проблемы техносферы и подготовка инженерных кадров» // Сб. трудов. – Тунис, г. Сус. – 2009. – С.131-133.*
5. *Стальниченко О.И. Восстановление деталей судов: Монография / Д.В. Йоргачев, В.Д. Йоргачев. – К., 2014. – 324 с.*

*Стаття надійшла до редакції 15.02.2018*

**Рецензенти:**

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Машинознавство» Одеського національного морського університету  
**А.В. Конопльов**

доктор технічних наук, професор директор Навчально-наукового інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартинівського **Б.В. Косой**



УДК 620:178.3

**ОЦЕНКА СОПРОТИВЛЕНИЯ УСТАЛОСТИ  
ВОССТАНОВЛЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ СУДОВЫХ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ**

**А.В. Коноплѐв**

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Машиноведение»

**О.Н. Кононова**

ст.преподаватель кафедры «Машиноведение»

*Одесский национальный морской университет*

*Аннотация. Проведен анализ поврежденных некоторых деталей судовых машин и механизмов, работающих в условиях трения и циклических нагрузок. Рассмотрены вопросы технологии их восстановления, а также методы испытаний на сопротивление усталости. Показано, что контроль качества восстановления целесообразно проводить с помощью ускоренных методов испытаний на сопротивление усталости.*

*Ключевые слова: восстановление и ремонт, долговечность до разрушения, сравнительные испытания.*

**ОЦІНЮВАННЯ ОПОРУ ВТОМІ  
ВІДНОВЛЕНИХ ДЕТАЛЕЙ СУДНОВИХ МАШИН І МЕХАНІЗМІВ**

**А.В. Конопльов**

д.т.н., професор, завідувач кафедри «Машинознавство»

**О.М. Кононова**

ст.викладач кафедри «Машинознавство»

*Одесский национальный морской университет*

*Анотація. Проведений аналіз пошкоджень деяких деталей судових машин і механізмів, що працюють в умовах тертя і циклічних навантажень. Розглянуті питання технології їх відновлення, а також методи випробувань на опір втомі. Показано, що контроль якості відновлення доцільно проводити за допомогою прискорених методів випробувань на опір втомі.*

*Ключові слова: відновлення і ремонт, довговічність до руйнування, порівняльні випробування.*

УДК 620:178.3

**EVALUATION OF FATIGUE  
RESTORED DETAILS OF SHIP MACHINES AND MECHANISMS**

**A.V. Konoplev**

Doctor of technical sciences, Professor, head of the chair «Mashinovedenie»

**O.N. Kononova**

senior lecturer of the department «Mashinovedenie»

*Odessa National Maritime University*

***Abstract.** The analysis of damages of some details of ship machines and mechanisms, workings in the conditions of friction and cyclic loadings is conducted. The questions of technology of their renewal, and also methods of tests, are considered on resistance a fatigue. It is rotined that it is expedient to conduct control of quality of renewal by the speed-up methods of tests on resistance a fatigue.*

***Keywords:** renewal and repair, longevity to destruction, comparative tests.*

**Введение.** Восстановление изношенных в процессе эксплуатации деталей судовых машин и механизмов обосновано, в первую очередь, с экономической точки зрения. За последние годы разработаны технологии восстановления, позволяющие не только восстановить первоначальные геометрические размеры деталей, но и в ряде случаев улучшить их механические характеристики.

В настоящее время накоплен значительный опыт восстановления многих деталей, в том числе сложной формы и больших размеров. В частности разработаны совершенные технологии восстановления изношенных коленчатых валов судовых дизелей, биметаллических кулачковых шайб, плунжеров, гребных валов и винтов, клапанов, втулок, крышек цилиндров, поршней, деталей турбин и др.

В процессе эксплуатации эти детали могут деформироваться, изнашиваться, поражаться коррозией и эрозией. В них могут образовываться трещины, меняться структура и механические свойства металла. Все эти повреждения могут располагаться как на поверхности, так и под поверхностью или в глубине детали. Таким образом, детали подвергаются постепенному и непрерывному изменению своей работоспособности, что требует их ремонта.

**Целью статьи** является обоснование необходимости проведения ускоренных испытаний на сопротивление усталости как одного из важных этапов технологической цепочки ремонта деталей судовых машин и механизмов, работающих в условиях интенсивного износа и циклических нагрузок.

**Изложение основного материала.** Наиболее дорогостоящими и ответственными деталями судовых машин и механизмов, работающими в условиях износа и циклических нагрузок являются коленчатые валы дизелей и гребные валы. Для понимания сложности процессов, происходящих при работе этих деталей, проведём анализ основных видов их повреждений.

Шейки коленчатых валов работают в условиях трения скольжения при больших скоростях и высоких удельных давлениях. Статистика показывает, что основной причиной выхода из строя коленчатых валов судовых дизелей является износ шеек, который носит неравномерный характер. В результате изнашивания зазоры между вкладышами и шейкой коленчатого вала возрастают, что приводит к разрыву масляной пленки и

задирам рабочих поверхностей. В свою очередь задир шеек может привести к проворачиванию вкладышей, их выплавлению и деформации вала. К повреждениям коленчатых валов так же относят царапины, ослабление посадки шеек в щеках (у составных валов), деформацию отверстий во фланцах соединений (у валов, состоящих из секций).

Неравномерность износа по окружности шейки, влияет на характеристики подшипников скольжения. В частности, уменьшение разности радиусов приводит к ухудшению условий смазки в зоне трения. Кроме того, образовавшаяся овальность вызывает значительные дополнительные перемещения шейки вдоль линии центров с большими, чем у неизношенного вала, скоростями, что приводит к уменьшению толщины масляного слоя. По мере увеличения овальности шеек возрастает и биение коленчатого вала. Оно не только увеличивает износ шеек, но и приводит к увеличению дисбаланса коленчатого вала, что, в свою очередь повышает общую вибрацию двигателя.

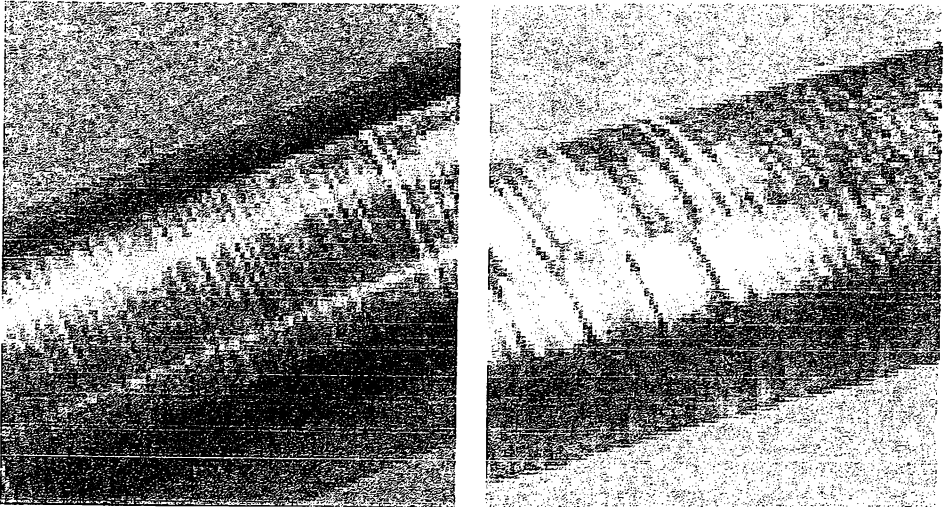
Износ коленчатых валов, как правило, проявляется в двух видах: абразивного и адгезионного. Абразивный износ коленчатого вала является следствием попадания в циркулирующее в подшипниках масло различных твердых частиц и продуктов износа, под воздействием которых на шейках и рабочей поверхности вкладышей подшипников появляются риски, царапины, а иногда и глубокие борозды (рис. 1 а). Появление в масле абразивных частиц связано с прорывом из цилиндров газов, несущих в себе сажу и отколовшиеся частицы нагара.

Адгезионный износ имеет место при недостаточном поступлении масла в подшипники, возникающем, как правило, вследствие загрязнения масляных каналов. Кроме того, причинами также могут быть падение давления масла и снижение несущей способности масляного клина по причине разжижения масла топливом, а также увеличение масляного зазора при большом износе или подплавке подшипника.

В совокупности рассмотренные виды износа приводят к заполированию поверхностного слоя, росту температуры в зоне трения и смягчению антифрикционных сплавов, их утонению вследствие выдавливания и наволакивания на шейки вала (рис. 1 б) [1].

Гребные валы, по сравнению с другими узлами валопровода, находятся в наиболее тяжелых условиях, поскольку работают в контакте с коррозионноактивной забортной водой и взвешенными частицами песка, ила и т.д., что приводит к интенсивному их износу.

Наиболее характерными повреждениями гребных валов являются коррозионные поражения тела вала в местах, не защищенных от контакта с морской водой, повреждение гидроизоляции вала, эрозионное повреждение бронзовых облицовок, ослабление посадки облицовок в результате воздействия фреттинг-коррозии, а также их механический износ.



а

б

*Рис. 1. Абразивний (а) и адгезионный (б) износ шейки коленчатого вала*

Гребные валы ломаются в результате усталости относительно редко, гораздо чаще происходит разрушение изоляции между рубашками, изнашивание рубашек, смятие резьбы деформация отверстий во фланцах вала, изгиб вала, образование трещин на валу.

Переменные нагрузки на вал появляются вследствие возникновения помимо основного постоянного вращающего момента от двигателя к винту еще дополнительных моментов, например, из-за неравномерной работы двигателя и крутильных колебаний.

Образованию усталостных трещин часто предшествует фреттинг-коррозия в местах контакта участков вала с рубашкой и ступицей винта.

Применительно к гребным валам процесс фреттинг-коррозии можно условно разделить на три этапа. На первом этапе происходит пластическая деформация и упрочнение верхнего слоя в зоне контакта. Под поверхностным слоем образуются участки разрыхленного материала, затем происходит диспергирование верхнего слоя с образованием продуктов изнашивания.

Второй этап характеризуется началом процесса усталостного разрушения, сопровождаемого окислением продуктов изнашивания и образованием мелких каверн, в которых они концентрируются и, окисляясь, увеличиваются в объеме, что приводит к росту давления, под действием которого в поверхностном слое образуются микротрещины.

На третьем этапе отдельные каверны соединяются между собой и образуют в зонах контакта относительно обширные поврежденные площади, на которых видны следы микросварки, точечного питтинга и коррозии (рис. 2) [2].

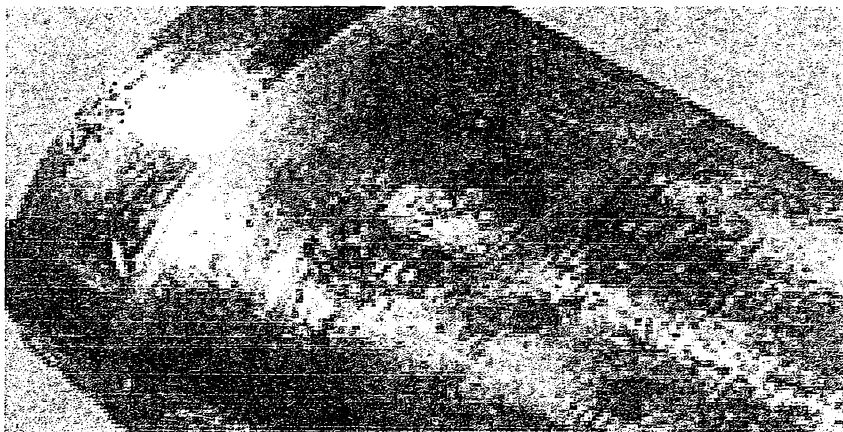
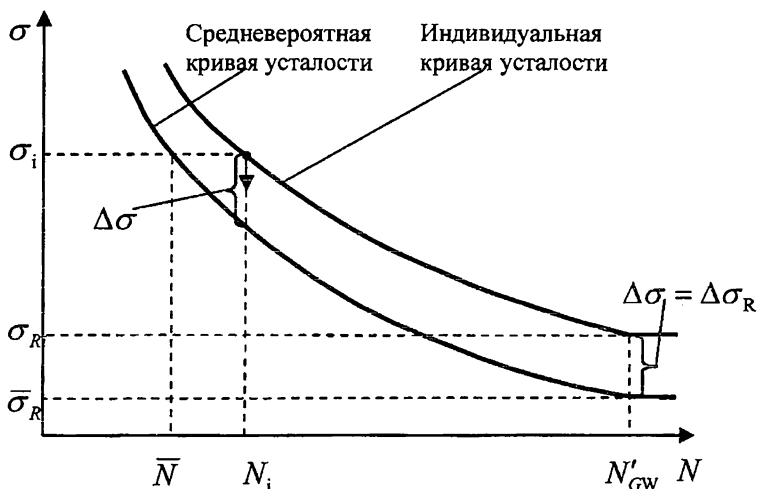


Рис. 2. Повреждение гребного вала в результате фреттинг-коррозии

Выбор того или иного способа восстановления изношенных поверхностей должен учитывать то обстоятельство, что после восстановления характеристики сопротивления усталости изделия не должны ухудшаться. Для этого их проверяют путём проведения сравнительных испытаний образцов или моделей (в исходном состоянии и восстановленных). Для оперативной оценки этих характеристик, как правило, используют ускоренные методы. Чтобы правильно выбрать метод из множества существующих ускоренных методов, необходимо чтобы он позволял осуществлять сравнительную оценку характеристик сопротивления усталости. К числу таких методов следует отнести те, которые основаны на уравнениях кривой усталости и позволяют определять эти характеристики по результатам испытаний одной модели или образца. К их категории относится метод Локати и ряд его модификаций [3]. Интерес также представляет метод, основанный на модернизированном уравнении Вейбулла [4]. Схема испытаний и определения предела выносливости согласно этому методу представлена на рис. 3. На ней в координатах  $N - \sigma$  представлены две кривые усталости: средневероятная и индивидуальная. В данном методе предполагается, что испытанный при напряжении  $\sigma_i$  восстановленный объект (модель, образец) разрушится при числе циклов  $N_i$ .

Точке перелома кривых усталости  $N'_{GW}$  будут соответствовать значения средневероятного  $\bar{\sigma}_R$  и индивидуального  $\sigma_{Ri}$  пределов выносливости. Постоянство величины  $\Delta\sigma$  указывает на эквидистантное расположение кривых усталости.



*Рис. 3. Схема к определению предела выносливости*

Обе кривые можно описать уравнением Вейбулла с одинаковыми параметрами  $m'_w$ ,  $C'_w$  и  $A$ , которые относятся к средневероятной кривой усталости, т.е.

$$(\sigma_i - A)^{m'_w} N_i = 10^{C'_w}, \quad (1)$$

$$(\sigma_{Ri} - A)^{m'_w} N'_{GW} = 10^{C'_w}. \quad (2)$$

Решая совместно эти уравнения относительно  $\sigma_{Ri}$ , получаем

$$\sigma_{Ri} = A + \left[ \frac{(\sigma_i - A)^{m'_w} \cdot N_i}{N'_{GW}} \right]^{1/m'_w}. \quad (3)$$

Полученное уравнение позволяет определить предел выносливости каждого восстановленного объекта при известном положении кривой усталости исходных (новых) объектов.

## Выводы

1. Проведен анализ поврежденных деталей судовых машин и механизмов, который позволил выделить те детали, для которых необходимо в качестве дополнительной операции при ремонте проводить испытания на сопротивление усталости.

2. Предложено в качестве ускоренных методов испытаний использовать те методы, которые позволяют определять сравнительные характеристики сопротивления усталости по результатам испытаний одной модели (образца). Подробно рассмотрен один из них.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беньковский Д.Д., Сторожев В.П., Кондратенко В.С. *Технология судоремонта: Учебник для высших учебных заведений / Под общ. ред. В.П. Сторожева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1986. – 286 с.*
2. Стальниченко О.И., Иоргачев Д.В., Иоргачев В.Д. *Восстановление деталей судов. – К.: ДП «НВЦ «Приоритет», 2014. – 324 с.*
3. Олейник Н.В., Скляр С.П. *Ускоренные испытания на усталость. – К.: Наук. думка, 1985. – 304 с.*
4. Коноплев А.В. *Метод контроля предела выносливости, основанный на использовании параметров кривой усталости // Вісник ОНМУ. – 2008. – № 25. – С. 184-191.*

*Стаття надійшла до редакції 20.04.2018*

**Рецензент** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Суднові енергетичні установки та технічна експлуатація» Одеського національного морського університету **Р.А. Варбанець**

УДК 629.5.064

**ОЦІНКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СУДНА «OCEAN STARLET»  
УКРАЇНСЬКОЇ СУДОПЛАВНОЇ КОМПАНІЇ «КААЛБАЙ ШИППІНГ»**

**І.В. Логішев**

к.т.н., доцент, професор кафедри «Технічна експлуатація флоту»

**Л.М. Царьов**

старший викладач кафедри «Технічна експлуатація флоту»

*Національний університет «Одеська морська академія» (НУ «ОМА»)*

**Анотація.** На базі результатів теплотехнічних випробувань енергетичної установки теплохода «Ocean Starlet» визначені показники екологічної безпеки роботи судна за методикою ІМО. Шляхом порівняння результатів стендових, здавальних ходових та проведених випробувань дано рекомендації судовласнику по проведенню заходів з реконструкції пропульсивного комплексу та технічного обслуговування елементів енергетичної установки з метою досягнення припустимих коефіцієнтів енергоефективності.

**Ключові слова:** енергетична установка, екологічна безпека роботи, теплотехнічні випробування, коефіцієнти енергоефективності.

**ОЦЕНКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СУДНА «OCEAN STARLET»  
УКРАИНСКОЙ СУДОПЛАВНОЙ КОМПАНИИ «КААЛБАЙ ШИППИНГ»**

**И.В. Логишев**

к.т.н., доцент, профессор кафедры «Техническая эксплуатация флота»

**Л.М. Царев**

старший преподаватель кафедры «Техническая эксплуатация флота»

*Национальный университет «Одесская морская академия» (НУ «ОМА»)*

**Аннотация.** На базе результатов теплотехнических испытаний энергетической установки теплохода «Ocean Starlet» определены показатели экологической безопасности работы судна по методике ИМО. Путем сравнения результатов стендовых, сдаточных ходовых и проведенных испытаний даны рекомендации судовладельцу по проведению мероприятий по реконструкции пропульсивного комплекса и технического обслуживания элементов энергетической установки с целью достижения допустимых коэффициентов энергоэффективности.

**Ключевые слова:** энергетическая установка, экологическая безопасность работы, теплотехнические испытания, коэффициенты энергоэффективности.



УДК 629.5.064

ESTIMATION OF ENERGY EFFICIENCY OF WORK OF VESSEL «OCEAN STARLET»  
OF THE UKRAINIAN SHIPPING COMPANY «KAALBAI SHIPPING»

I.V. Logeshev

Ph.D., Associate Professor, Professor of the Department «Technical Operation of the Fleet»

L.N. Tsarev

Senior lecturer of the department «Technical fleet operation»

National University «Odessa Maritime Academy» (OU «OMA»)

**Abstract.** On the basis of the results of thermal engineering tests of the power plant of the ship «Ocean Starlet», the indicators of the environmental safety of the vessel's operation are determined by the IMO method. By comparing the results of bench tests, commissioning tests and tests, the shipowner was advised to carry out measures to reconstruct the propulsion complex and maintenance of the power plant elements in order to achieve acceptable energy efficiency coefficients.

**Keywords:** power plant, environmental safety of work, heat engineering tests, recommendations for increasing the level of coefficients of energy efficiency.

**1. Актуальність проблеми.** У світовому масштабі викиди окислів азоту ( $\text{NO}_x$ ) із суден оцінюються приблизно в 10 мільйонів тонн на рік, що еквівалентно 50 % усіх викидів  $\text{NO}_x$  на суші в США або 14 % від загального обсягу викидів  $\text{NO}_x$  усіх викопних палив [1].

Морські джерела викидів мають значний вплив на якість повітря на суші, особливо поблизу найбільш завантажених прибережних водних шляхів.

На рис. 1 дано відсотковий розподіл видів речовин в відпрацьованих газах дизельного двигуна [2].

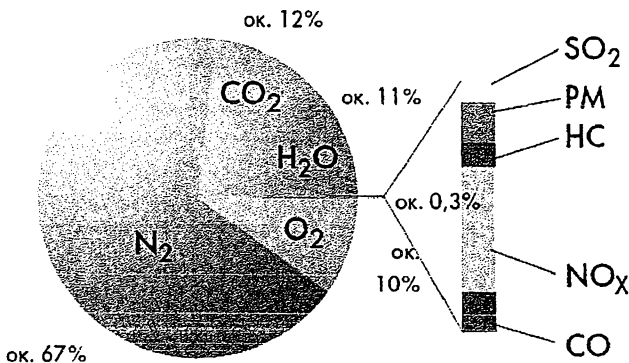


Рис. 1. Типовий склад відпрацьованих газів суднового дизеля

У Додатку VI до МАРПОЛ про забруднення повітря викиди  $\text{NO}_x$  обмежувалися до 1 січня 2016 року до 14,4 г/кВт·год для малооборотних морських дизелів при випробуваннях, а зараз діє ще більша жорсткість по викидах  $\text{NO}_x$  – 3,4 г/кВт·год [3].

Відповідно до резолюції (МЕРС.203(62) від 15.07.2011) комітету із захисту морського середовища ІМО потрібно виконати наступне: починаючи з 1 січня 2013 р. при первісному огляді нового судна, що потрапив під вимоги глави 4 Додатка 6 до МАРПОЛ, для введення його в експлуатацію слід одержати Міжнародне свідчення енергоефективності судна на відповідність вимогам глави 3 Додатка 6 до МАРПОЛ. Процес огляду складається з 3 етапів:

– перевірка даних енергоефективності судна, що полягає з розрахунку attained Energy Efficiency Design Index (EEDI), далі – необхідний конструктивний коефіцієнт  $K_{KE(r)}$  на основі даних стендових випробувань устанавленого встаткування, представлених виробниками в процесі розробки й будування судна, а також визначення  $K_{KE(p)}$  (розрахунковий), відповідного до отриманих даних у результаті ходових випробувань судна, згідно з вимогами правила 21 Додатка 6;

– розробка Суднового плану керування його енергоефективністю відповідно до правила 22 Додатка 6 до МАРПОЛ;

– перевірка суднової енергоефективності в експлуатації розрахунком коефіцієнта Energy Efficiency Operational Indicator (EEOI) за звітний період часу експлуатації судна згідно МЕРС.1/Circ.684 та подальшим розрахунком його в результаті застосування поліпшуючих заходів в випадку незадовільних первісних значення коефіцієнтів.

*Таким чином, вищезгадані коефіцієнти характеризують не тільки екологічну безпеку судна, але й технічний стан судна та його енергетичної устанавки.*

**2. Теплотехнічні випробування суднової енергетичної устанавки (СЕУ) м/в «Ocean Starlet» с/к «Каалбай Шиппінг Україна, ООО», м. Одеса.** По заяві судноплавної компанії «Каалбай Шиппінг» з метою встановлення енергоефективності було проведено теплотехнічні випробування СЕУ суховантажного судна «Ocean Starlet».

Крім того, вирішувалися задачі визначення експлуатаційних характеристик дизельної устанавки та устанавлення технічних нормативів роботи судна.

Основні характеристики судна представлено нижче в таблиці 1. При випробуванні на стенді заводу-виготівника головний дизель 6L42MC (6ДКРН42/136-10) фірми MAN&B-W мав наступні показники:

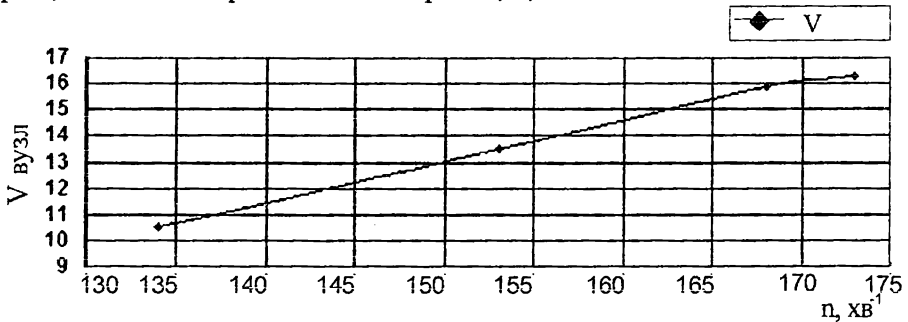
- максимальна тривала потужність (MCR)  $N_e = 5100$  кВт при частоті обертання  $n = 168$  хв<sup>-1</sup>;

- експлуатаційна потужність  $N_e = 4335$  кВт при частоті обертання  $n = 162$  хв<sup>-1</sup>;

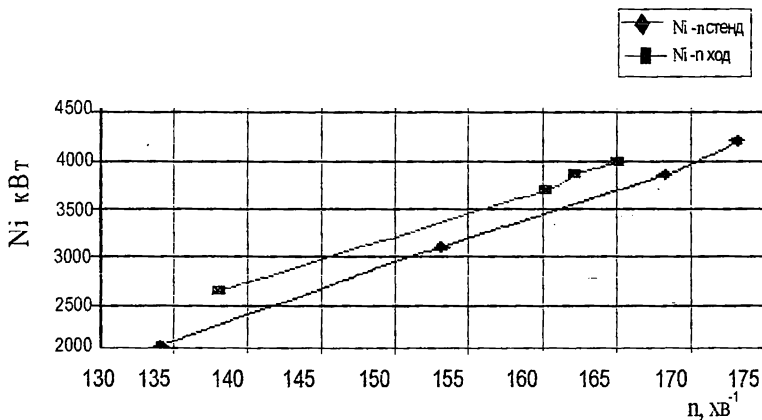
- питома витрата палива  $g_e = 177 + 7$  г/кВт·год;

- питома витрата циліндрового мастила  $g_e = 0,5 \div 0,7$  г/кВт·год;
- питома витрата циркуляційного мастила  $g_e = 0,82$  г/кВт·год.

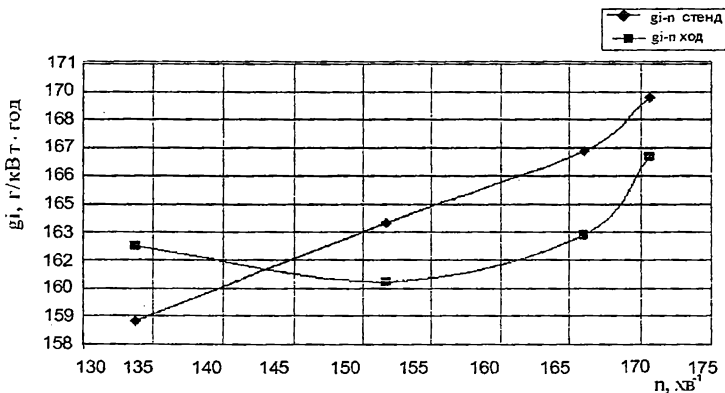
Результати теплотехнічних випробувань СЕУ, проведених по методиці [4] було оброблено та зведено в таблиці, і далі побудовано графіки, деякі з них представлено на рис. 2; 3; 4.



*Рис. 2. Залежність швидкості судна від частоти обертання головного двигуна*



*Рис. 3. Залежність потужності двигуна від частоти обертання*



*Рис. 4. Залежність питомої витрати палива від частоти обертання двигуна*

### 3. Конструктивний коефіцієнт EEDI ( $K_{KE}$ ) енергоефективності судна «Ocean Starlet»

Таблиця 1

Дані судна «Ocean Starlet»

Найменування параметру	Значення
Тип судна	суховантажник
Довжина, м	134,2
Довжина між перпендикулярами, м	133,1
Ширина, м	19,9
Осадка, м	9,0
Дедвейт, т	7276
Головний двигун	МАН-Бурмейстер і Вайн
Тип	6L42MC
Паливо	HFO, $CFME = 3,11$
Максимальна тривала потужність (MCR), кВт	5100
PME (75% MCR), кВт	3825
Питома витрата палива при 75 % MCR (SFC), г/(кВт-год)	180
Кількість головних двигунів	1
Допоміжний двигун	ДП «ПМЗ»
Тип	8ЧН25/34
Максимальна тривала потужність (MCR), кВт	500
Кількість ДП	3
Питома витрата палива при 50 % MCR (SFC), г/(кВт-год)	185
Потужність PAE, кВт	250
Тип палива	DO, $CFAE = 3,21$
Швидкість судна на глибокій воді на вантажнім осіданні при 75% MCR, вузл.	14,1

Значення усіх потрібних формул для розрахунку  $K_{KE}$  знаходимо у [3]:

а) визначення теоретичного  $K_{KE(t)} = 107,5 \cdot 7276^{-0,216} \approx 15,80 \frac{\Gamma_{CO_2}}{T \cdot \text{МІЛІОН}}$  ;

б) визначення розрахункового  $K_{KE(p)}$  ;

$$K_{KE(p)} = \frac{1 \cdot (3825 \cdot 3,11 \cdot 180) + (250 \cdot 3,21 \cdot 185)}{1 \cdot 7276 \cdot 14,1 \cdot 1} = 22,47 \frac{\Gamma_{CO_2}}{T \cdot \text{милю}}.$$

Тому що  $K_{KE(p)} > K_{KE(t)}$ , то конструкція судна та його складових по цьому коефіцієнту неенергоефективна і потрібна його модернізація.

**4. Експлуатаційний критерій енергетичної ефективності EEOI судна «Ocean Starlet».** Судно за певний період зробило два рейси – 1) Джибуті – Анкона; 2) Анкона – Кардіфф (табл. 2).

Таблиця 2

*Кількість палива та відстаней за два переходи судна*

Назва та тип судна – m/v «Ocean Starlet», суховантажник				
Рейс або день	витрата палива в морі і в порту, тонн		вихідні дані для рейсу	
	тип палива (HFO)	тип палива (DO)	кількість вантажу, т, тонн	пройдена відстань, D, милі
1	121,44	1,90	7200	2477
2	100,05	1,80	7200	2048

$$EEOI = \frac{(221,49 \cdot 3,11) + (3,7 \cdot 3,21)}{7200(2477 + 2048)} = 21,50 \frac{\Gamma_{CO_2}}{T \cdot \text{милю}}.$$

Значення експлуатаційного коефіцієнта EEOI збігається зі значенням конструктивного EEDI. Тому й по цьому коефіцієнту робота судна неенергоефективна.

**5. Висновки з випробувань CEY судна «Ocean Starlet».** Розрахунки показників енергоефективності роботи судна узгоджуються з результатами теплотехнічних випробувань судна, які показали незадовільний стан складових судна та CEY.

Для досягнення припустимих коефіцієнтів енергоефективності судновласнику надані наступні рекомендації:

1. Провести технічне обслуговування безповоротних нагнітальних клапанів паливних насосів високого тиску.
2. Провести регулювання паливних насосів високого тиску.

3. Відповідно до рекомендацій фірми MAN&B-W провести регулювання лубрикаторів по точкам мащення.
4. В зв'язку зі зниженням значення тиску наддування провести ревізію газотурбокомпресора.
5. При можливості замінити «легкий» гребний гвинт.
6. До заміни гребного гвинта держати частоту обертання головного двигуна 158-162 хв<sup>-1</sup>.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Riom E., Olsson L.O., Hagström U. NO(x) emission reduction with the humid air motor concept. CIMAC, Proceedings of the 23rd World Congress on Combustion Engine Technology for Ship Propulsion, Power Generation, Rail Traction. CIMAC. – Hamburg, 2001. – P. 430-439.*
2. *Marine Engine IMO Tier III – MAN Diesei&Turbo. – Germany, 2014.*
3. *MARPOL Annex VI, MEPC.1/Circ.684. Guidelines for voluntary use of the ship energy efficiency operational indicator (EEOI). – 17 August. – 2009.*
4. *РД 31.21.29-85 Методика испытаний судовых энергетических установок. – М.: Мортехинформреклама, 1985. – 15 с.*

*Стаття надійшла до редакції 12.06.21018*

#### **Рецензенти:**

кандидат технічних наук, доцент кафедри «Суднові енергетичні установки та технічна експлуатація» Одеського національного морського університету **Л.С. Вітюк**

доцент кафедри «Суднові енергетичні установки» Національного університету «Одеська морська академія» **С.В. Сагін**

УДК 656.022.8

**ОБҐРУНТУВАННЯ МАРШРУТІВ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ ПРИ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСЬКОМУ ОБСЛУГОВУВАННІ КОНТЕЙНЕРОПОТОКІВ**

**В.Ю. Король**

асистент кафедри «Експлуатація портів і технологія вантажних робіт»

*Одеський національний морський університет*

***Анотація.** Досліджується задача обґрунтування маршрутів доставки вантажів у контейнерах, яка вирішується в транспортно-експедиторських компаніях (ТЕК) відповідними фахівцями з організації перевезень згідно з їх функціональними обов'язками. В роботі розроблена математична модель, реалізація якої дозволяє обґрунтувати схеми руху контейнеропотоків та обрати перевізників на підставі попередніх запитів клієнтів і відповідно до умов їх зовнішньоторговельних контрактів.*

***Ключові слова:** вантаж, контейнер, маршрут доставки, транспортно-експедиторська компанія.*

**ОБОСНОВАНИЕ МАРШРУТОВ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ ПРИ ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЕДИТОРСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ КОНТЕЙНЕРОПОТОКОВ**

**В.Ю. Король**

ассистент кафедры «Эксплуатация портов и технология грузовых работ»

*Одесский национальный морской университет*

***Аннотация.** Исследуется задача обоснования маршрутов доставки грузов в контейнерах, которая решается в транспортно-экспедиторских компаниях (ТЭК) соответствующими специалистами по организации перевозок согласно их функциональным обязанностям. В работе разработана математическая модель, реализация которой позволяет обосновать схемы движения контейнеропотоков и выбрать перевозчиков на основании предварительных запросов клиентов и в соответствии с условиями их внешнеторговых контрактов.*

***Ключевые слова:** груз, контейнер, маршрут доставки, транспортно-экспедиторская компания.*

UDC 656.022.8

**JUSTIFICATION OF ROUTES OF CARGO'S DELIVERY UNDER TRANSPORT AND FREIGHT FORWARDING SERVICES OF CONTAINER FLOWS**

**V.Y. Korol**

Assistant of the Department «Port Operation and Cargo Works Technology»

*Odessa National Maritime University*

***Abstract.** The task of substantiating the routes for the delivery of goods in containers, which solved in the transport and forwarding companies by the relevant specialists in accordance with their functional responsibilities, is investigated in the work. The mathematical model is developed in the work, the implementation of which allows to justify the flow patterns of container flows and select carriers on the basis of previous requests of customers and in accordance with the terms of their foreign trade contracts.*

***Keywords:** cargo, container, shipping route, freight forwarding company.*

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** У будь-якій компанії, що створює комерційний продукт, є співробітники, які відповідають за його просування на ринок. Звичайно цих фахівців називають сейлз-менеджерами або менеджерами з продажу. Вони здійснюють зв'язок між торговими і виробничими організаціями та їх клієнтами-покупцями. Залежно від об'єкту реалізації виділяють менеджерів з продажу: споживчих товарів, продукції промислового призначення, послуг. Ця посада сьогодні широко розповсюджена на багатьох підприємствах, що працюють на ринку транспортних послуг (РТП). Транспортно-експедиторські компанії (ТЕК) не є винятком. Однак в цій сфері професійної діяльності поряд з вищезазначеними термінами широко використовується поняття фахівець або менеджер з організації перевезень [1]. Але його функціональні обов'язки не обмежуються тільки пошуком клієнтів. До його обов'язків також входить підготовка комерційних пропозицій клієнтам при тісній взаємодії з перевізниками, лінійними агентами, портовими операторами, складами, митними органами, обґрунтування оптимальних для клієнтів маршрутів доставки вантажів, розрахунок ставок, розробка переддоговірної документації, узгодження розбіжностей, укладання договорів, створення та забезпечення постійного оновлення клієнтських баз даних, підготовка та оформлення транспортної документації [1]. У деяких ТЕК ці функції виконуються безпосередньо експедиторами. Тому, незважаючи на організаційну структуру ТЕК, підвищення ефективності реалізації вищезгаданих локальних функцій, а також покращення якості послуг, що надаються замовникам транспортно-експедиторських послуг (ТЕП), є актуальним питанням. Одним із шляхів його вирішення є розробка нового, або удосконалення існуючого методичного забезпечення діяльності ТЕК.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми.** ТЕК за дорученням клієнтів виконують безліч функцій, які передбачені договором транспортного експедирування та знаходяться у рамках відповідного правового поля [2]. Різні аспекти роботи ТЕК, як підприємницької діяльності із надання відповідних послуг з організації та забезпечення перевезень експортних, імпортних, транзитних або інших вантажів [2], розглядаються у багатьох сучасних джерелах.



У роботі [3] досліджуються функціональні залежності між технологічними параметрами процесу доставки вантажів і кількісним складом диспетчерів, які обслуговують запити на виконання експедиторських операцій. На підставі встановлених залежностей розроблена математична модель для визначення оптимальної кількості диспетчерів. Таким чином, ефективність діяльності ТЕК оцінюється, головним чином, через кількісний склад її робітників, що займаються оперативною роботою при організації доставки вантажів автомобільним транспортом. Поряд з актуальністю висвітленої в роботі проблематики і не зменшуючи роль людського фактору в діяльності ТЕК, необхідно відмітити, що професійні компетентності людини-оператора грають не менш важливу роль, ніж кількісні показники залучених до процесу обробки запитів співробітників. Крім того, методичне забезпечення процесів прийняття рішень також має вирішальне значення для ефективності ТЕД і якості обслуговування замовників транспортно-експедиторських послуг.

У статті [4] детально та професійно аналізуються теоретичні та практичні підходи до підвищення ефективності транспортно-експедиторського обслуговування (ТЕО) та його оптимізації. Виділяються недоліки існуючих підходів, серед яких: спрямованість на вирішення приватних завдань, відсутність макросистемного підходу, ігнорування умов конкурентного середовища на РТП. Відзначається необхідність розробки нових і адаптації до умов ринкових відносин існуючих методів і моделей підвищення ефективності ТЕО. Вказуються найбільш перспективні напрямки наукових досліджень. Але поряд з якісним аналізом та загальним висвітленням перспективних напрямків наукових досліджень в роботі, нажаль, не розглядається саме авторський підхід до вирішення сформульованої проблематики, а також відсутні власні пропозиції щодо її подолання.

У публікаціях [5; 6] розглядаються питання забезпечення сталої роботи транспортних засобів, стійкого функціонування та розвитку відповідних суб'єктів РТП. У роботі [5] розроблені теоретичні та методичні положення по обґрунтуванню доцільності експлуатації судна з негативним прибутком. Досліджена зона збиткового завантаження транспортного засобу. Запропоновані, обґрунтовані та формалізовані показники допустимо збиткового і кризового завантаження судна. На підставі запропонованих показників встановлено діапазони стійкості роботи транспортного засобу. У свою чергу, в роботі [6] розглянута задача формування стратегій стійкого розвитку транспортних і експедиторських компаній на підставі апарату теорії ігор, запропоновано показники стійкого розвитку ТЕК. Розроблені, формалізовані та систематизовані у вищезгаданих роботах [5; 6] показники є корисними у діяльності підприємств різних видів транспорту. Їх також доцільно використовувати у системах обмежень при оптимізації локальних бізнес-процесів в ТЕК для забезпечення її стійкого функціонування.

У статті [7] розглянуто питання оптимізації завантаження транспортних засобів при організації поромних перевезень, що також є однією із локальних виробничих задач, рішення якої може знаходитись у колі функціональних обов'язків експедитора.

Незважаючи на велику кількість робіт, присвячених різним аспектам і напрямкам ТЕД, існуючий методичний апарат і прикладний інструментарій, який використовують сьогодні у своїй діяльності фахівці по організації перевезень ТЕК, залишається обмеженим методами прямих розрахунків і стандартним програмним забезпеченням Microsoft Excel. Це не дозволяє відповідним співробітникам ТЕК в стислі терміни, оговорені з клієнтом, розглядати всі можливі варіанти доставки вантажів та обирати найкращий з позиції критерію, який цікавить клієнта. У зв'язку з цим, науково-теоретичний і практичний інтерес представляє розвиток методичного забезпечення в цілому діяльності ТЕК, а також їх окремих бізнес-процесів.

**Формулювання мети статті.** Метою статті є підвищення ефективності діяльності фахівців з організації перевезень та експедиторів шляхом розробки теоретичних і методичних положень щодо обґрунтування маршрутів доставки вантажів при транспортно-експедиторському обслуговуванні контейнеропотоків по попереднім запитам клієнтів і відповідно до умов їх зовнішньоторговельних контрактів.

Для досягнення мети в роботі поставлені наступні завдання:

- сформулювати загальну постановку задачі обґрунтування маршруту доставки вантажів у контейнерах по попереднім запитам клієнтів і відповідно до умов їх зовнішньоторговельних контрактів;

- визначити параметри управління та обмеження на їх результативні значення;

- обрати критерій оптимальності та згідно з ним формалізувати цільову функцію задачі;

- встановити умови та обмеження задачі;

- розробити математичну модель.

Теоретичною і методичною основою вирішення завдань, поставлених у роботі та спрямованих на досягнення мети, є:

- загальнотеоретичні методи аналізу і синтезу, індукції та дедукції, основні положення та принципи загальної теорії систем і системного аналізу, теорії транспортних процесів і систем [8], які використовуються при вирішенні всіх завдань, поставлених у роботі;

- методи дослідження операцій, які набувають конкретного втілення при розробці математичної моделі задачі обґрунтування маршрутів доставки вантажів у контейнерах [9; 10].

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих результатів.** Однією із важливіших функцій ТЕК, яку, як правило, реалізує відповідний фахівець з організації перевезень, є обґрунтування маршрутів доставки вантажів у контейнерах відповідно до попереднього запиту потенційного, разового або постійного клієнта ТЕК.

Виходячи з цього, задача формулюється у наступній постановці. Відповідно до запиту  $k = \overline{1, K}$  клієнта ТЕК у нього є вантаж  $r = \overline{1, R}$  у кількості  $q^r = \overline{1, Q^r}$ . Згідно з попередніми розрахунками фахівця з організації перевезень в залежності від транспортних характеристик вантажу для його доставки до місця призначення необхідна деяка кількість 20- і/або 40-футових контейнерів. При цьому, згідно з попередніми домовленостями між ТЕК і клієнтом, стафіровка контейнерів відбувається:

- або на складах замовника у пунктах  $A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_I$  ( $i = \overline{1, I}$ ), де знаходиться вантаж  $r = \overline{1, R}$ . При цьому контейнери заздалегідь подаються у дані пункти, з яких відбувається відправка 20- і/або 40-футових контейнерів у кількості  $n_i^{20'kr}$  і  $n_i^{40'kr}$  відповідно до місця перевалювання або призначення;

- або на терміналах портів  $D_1, D_2, \dots, D_p, \dots, D_P$  ( $p = \overline{1, P}$ ), з яких 20- і/або 40-футові контейнери у кількості  $n_p^{20'kr}$  і  $n_p^{40'kr}$  відповідно відправляються до місця призначення.

У зв'язку з цим розглядається декілька варіантів доставки 20- і/або 40-футових контейнерів:

а) у прямому сполученні:

- з пункту відправлення  $i = \overline{1, I}$  до пункту призначення  $j = \overline{1, J}$  на наземному транспортному засобі перевізника  $v = \overline{1, V}$ . У цьому випадку, із пунктів  $A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_I$  ( $i = \overline{1, I}$ ) необхідно відправити 20-футові контейнери у кількості  $n_i^{20'kr}$  і/або 40-футові контейнери у кількості  $n_i^{40'kr}$  з вантажем  $r = \overline{1, R}$  на наземному транспортному засобі перевізника  $v = \overline{1, V}$  до пунктів перевалювання  $D_1, D_2, \dots, D_p, \dots, D_P$  ( $p = \overline{1, P}$ );

- з пункту відправлення  $p = \overline{1, P}$  до пункту призначення  $j = \overline{1, J}$  водним транспортним засобом перевізника  $c = \overline{1, C}$ . У цьому випадку, із пунктів  $D_1, D_2, \dots, D_p, \dots, D_P$  ( $p = \overline{1, P}$ ) необхідно відправити 20-футові контейнери у кількості  $n_p^{20'kr}$  і/або 40-футові контейнери у кількості  $n_p^{40'kr}$  з вантажем  $r = \overline{1, R}$  водним транспортним засобом перевізника  $c = \overline{1, C}$  до пунктів призначення  $B_1, B_2, \dots, B_j, \dots, B_J$  ( $j = \overline{1, J}$ );

б) у сумішеному сполученні з пункту відправлення  $i = \overline{1, I}$  до пункту перевалювання  $p = \overline{1, P}$  на наземному транспортному засобі перевізника  $v = \overline{1, V}$ , далі із пункту перевалювання  $p = \overline{1, P}$  до пункту призначення  $j = \overline{1, J}$  водним транспортним засобом перевізника  $c = \overline{1, C}$ . У цьому випадку, із пунктів відправлення  $A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_I$  ( $i = \overline{1, I}$ ) необхідно доставити 20-футові контейнери у кількості  $n_i^{20'kr}$  і/або 40-футові контейнери у кількості  $n_i^{40'kr}$  з вантажем  $r = \overline{1, R}$  на наземному транспортному засобі перевізника  $v = \overline{1, V}$  до пунктів перевалювання

$$D_1, D_2, \dots, D_p, \dots, D_P \quad (p = \overline{1, P}).$$

Далі із пунктів перевалювання

$$D_1, D_2, \dots, D_p, \dots, D_P \quad (p = \overline{1, P})$$

вантаж необхідно доставити водним транспортним засобом перевізника  $c = \overline{1, C}$  до пунктів призначення  $B_1, B_2, \dots, B_j, \dots, B_J$  ( $j = \overline{1, J}$ ).

В усіх випадках:

- пропускі можливості пунктів перевалювання

$$D_1, D_2, \dots, D_p, \dots, D_P$$

складають  $d_1^{TEU}, d_2^{TEU}, \dots, d_p^{TEU}, \dots, d_P^{TEU}$ .

- потреби пунктів призначення  $B_1, B_2, \dots, B_j, \dots, B_J$  становлять

$$n_1^{20'kr}, n_2^{20'kr}, \dots, n_j^{20'kr}, \dots, n_J^{20'kr}; n_1^{40'kr}, n_2^{40'kr}, \dots, n_j^{40'kr}, \dots, n_J^{40'kr}.$$

У результаті переговорів з партнерами ТЕК (автоперевізниками, лінійними агентами) фахівець з організації перевезень котирує ставки за перевезення одного 20-футового ( $f_{ip}^{20'vkr}, f_{ij}^{20'vkr}, f_{pj}^{20'ckr}$ ) і/або 40-футового ( $f_{ip}^{40'vkr}, f_{ij}^{40'vkr}, f_{pj}^{40'ckr}$ ) контейнерів відповідно.

Необхідно скласти оптимальний план доставки контейнерів з мінімальними витратами для клієнта. Математична модель відповідно до сформульованої вище постановки задачі має наступний вигляд.

Цільова функція (1) дозволяє мінімізувати витрати на доставку вантажу у контейнерах відповідно до умов зовнішньоторговельного контракту між продавцем і покупцем товару:

$$\begin{aligned}
 Z = & \sum_{k=1}^K \sum_{v=1}^V \sum_{r=1}^R \sum_{i=1}^I \sum_{p=1}^P (f_{ip}^{20'kvr} \cdot x_{ip}^{20'kvr} \cdot Z_{ip} \cdot Ze^{i\theta} + \\
 & + f_{ip}^{40'kvr} \cdot x_{ip}^{40'kvr} \cdot Z_{ip} \cdot Z_{ip}^v) + \\
 & + \sum_{k=1}^K \sum_{c=1}^C \sum_{r=1}^R \sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^J (f_{pj}^{20'kcr} \cdot x_{pj}^{20'kcr} \cdot Z_{pj} \cdot Z_{pj}^c \cdot Z_j + \\
 & + f_{pj}^{40'kcr} \cdot x_{pj}^{40'kcr} \cdot Z_{pj} \cdot Z_{pj}^c \cdot Z_j) + \\
 & + \sum_{k=1}^K \sum_{v=1}^V \sum_{r=1}^R \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (f_{ij}^{20'kvr} \cdot x_{ij}^{20'kvr} \cdot Z_{ij} \cdot Z_{ij}^v \cdot Z_j + \\
 & + (f_{ij}^{40'kvr} \cdot x_{ij}^{40'kvr} \cdot Z_{ij} \cdot Z_{ij}^v \cdot Z_j \rightarrow \min \\
 & (r = \overline{1, R}; v = \overline{1, V}; k = \overline{1, K}; i = \overline{1, I}; \\
 & p = \overline{1, P}; c = \overline{1, C}; j = \overline{1, J}),
 \end{aligned} \tag{1}$$

де  $x_{ip}^{20'kvr}$ ;  $x_{ip}^{40'kvr}$  – параметри управління, які відображують кількість 20- і 40-футових контейнерів відповідно, з вантажем  $r = \overline{1, R}$ , який доставляється наземним транспортним засобом перевізника  $v = \overline{1, V}$  з пункту відправлення  $i = \overline{1, I}$  до пункту перевалювання  $p = \overline{1, P}$  згідно до попереднього запити  $k = \overline{1, K}$  клієнта;

$x_{pj}^{20'kcr}$ ;  $x_{pj}^{40'kcr}$  – параметри управління, які відображують кількість 20- і 40-футових контейнерів відповідно, з вантажем  $r = \overline{1, R}$ , який доставляється водним транспортним засобом перевізника  $c = \overline{1, C}$  з пункту  $p = \overline{1, P}$  в пункт  $j = \overline{1, J}$  згідно до попереднього запити  $k = \overline{1, K}$  клієнта;

$x_{ij}^{20'kvr}$ ;  $x_{ij}^{40'kvr}$  – параметри управління, які відображують кількість 20- і 40-футових контейнерів відповідно, з вантажем  $r = \overline{1, R}$ , який доставляється у прямому сполучені наземним транспортним засобом перевізника  $v = \overline{1, V}$  з пункту  $i = \overline{1, I}$  в пункт  $j = \overline{1, J}$  згідно до попереднього запити  $k = \overline{1, K}$  клієнта;

$Z_{ip}$  – параметр, який приймає значення 1, якщо передбачається перевезення контейнеру наземним транспортним засобом на ділянці між пунктами  $i = \overline{1, I}$  та  $p = \overline{1, P}$ ; 0 – у протилежному випадку;

$Z_{pj}$  – параметр, який приймає значення 1, якщо передбачається перевезення контейнеру водним транспортним засобом на ділянці між портами  $p = \overline{1, P}$  та  $j = \overline{1, J}$ ; 0 – у протилежному випадку;

$Z_{ij}$  – параметр, який приймає значення 1, якщо передбачається перевезення контейнеру по прямому варіанту наземним видом транспорту між пунктами  $i = \overline{1, I}$  та  $j = \overline{1, J}$ ; 0 – у протилежному випадку;

$Z_{ip}^v$  – параметр, який приймає значення 1, якщо перевізник  $v = \overline{1, V}$  має можливість забезпечити контейнерний сервіс на ділянці між пунктами  $i = \overline{1, I}$  та  $p = \overline{1, P}$ ; 0 – у протилежному випадку;

$Z_{pj}^c$  – параметр, який приймає значення 1, якщо перевізник  $c = \overline{1, C}$  має можливість забезпечити контейнерний сервіс на ділянці між пунктами  $p = \overline{1, P}$  та  $j = \overline{1, J}$ ; 0 – у протилежному випадку;

$Z_{ij}^v$  – параметр, який приймає значення 1, якщо перевізник  $v = \overline{1, V}$  має можливість забезпечити прямий контейнерний сервіс на ділянці між пунктами  $i = \overline{1, I}$  та  $j = \overline{1, J}$ ; 0 – у протилежному випадку;

$Z_j$  – параметр, який приймає значення 1, якщо за умовами зовнішньоторговельного контракту між продавцем і покупцем товару пунктом призначення вантажу є саме порт  $j = \overline{1, J}$ .

Обмеження, які забезпечують відправлення всіх 20- (2) і відповідно 40-футових (3) контейнерів з вантажем  $r = \overline{1, R}$  наземним транспортним засобом перевізника  $v = \overline{1, V}$  у змішаному сполученні із пункту  $i = \overline{1, I}$  в пункт перевалювання  $p = \overline{1, P}$  (перший доданок (2) і (3)) та у прямому сполученні із пункту  $i = \overline{1, I}$  в пункт призначення  $j = \overline{1, J}$  (другий доданок (2) і (3)):

$$\sum_{v=1}^V \sum_{p=1}^P x_{ip}^{20'kvr} \cdot Z_{ip} \cdot Z_{ip}^v + \sum_{v=1}^V \sum_{j=1}^J x_{ij}^{20'kvr} \cdot Z_{ij} \cdot Z_{ij}^v \cdot Z_j = n_i^{20'kr} \quad (2)$$

$$\begin{aligned}
 & (\overline{r = 1, R}; \overline{k = 1, K}; \overline{i = 1, I}); \\
 & \sum_{v=1}^V \sum_{p=1}^P x_{ip}^{40'kvr} \cdot Z_{ip} \cdot Z_{ip}^v + \\
 & + \sum_{v=1}^V \sum_{j=1}^J x_{ij}^{40'kvr} \cdot Z_{ij} \cdot Z_{ij}^v \cdot Z_j = n_i^{40'kr} \quad (3) \\
 & (\overline{r = 1, R}; \overline{k = 1, K}; \overline{i = 1, I}),
 \end{aligned}$$

де  $n_i^{20'kr}$ ,  $n_i^{40'kr}$  – кількість 20- (2) і відповідно 40-футових (3) контейнерів з вантажем  $r = 1, R$ , який згідно до попереднього запиту  $k = 1, K$  клієнта, повинен бути відправлений з пункту  $i = 1, I$ .

Обмеження по пропускній здатності терміналу у порту перевалювання  $p = 1, P$  по прибуттю контейнерів на наземному транспортному засобі перевізника  $v = 1, V$  (4)

$$\begin{aligned}
 \sum_{k=1}^K \sum_{v=1}^V \sum_{r=1}^R \sum_{i=1}^I (x_{ip}^{20'kvr} \cdot Z_{ip} \cdot Z_{ip}^v + 2 \cdot x_{ip}^{40'kvr} \cdot Z_{ip} \cdot Z_{ip}^v) \leq d_p^{TEU} \quad (4) \\
 (\overline{p = 1, P}),
 \end{aligned}$$

де  $d_p^{TEU}$  – пропускна здатність контейнерного терміналу у порту перевалювання, яка виражається у 20-футовому еквіваленті (twenty-foot equivalent unit (TEU)); «2» – коефіцієнт переводу кількості 40-футових контейнерів у 20-футовий еквівалент.

Обмеження, які забезпечують відправлення всіх 20- (5) і 40-футових (6) контейнерів відповідно з вантажем  $r = 1, R$  із порту  $p = 1, P$ , якщо стафіровка контейнерів відбувається на терміналі порту  $p = 1, P$ :

$$\begin{aligned}
 \sum_{c=1}^C \sum_{j=1}^J x_{pj}^{20'kcr} \cdot Z_{pj} \cdot Z_{pj}^c \cdot Z_j - \sum_{v=1}^V \sum_{p=1}^P x_{ip}^{20'kvr} \cdot Z_{ip} \cdot Z_{ip}^v = n_p^{20'kr} \quad (5) \\
 (\overline{r = 1, R}; \overline{k = 1, K}; \overline{p = 1, P});
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum_{c=1}^C \sum_{j=1}^J x_{pj}^{40'kcr} \cdot Z_{pj} \cdot Z_{pj}^c \cdot Z_j - \sum_{v=1}^V \sum_{p=1}^P x_{ip}^{40'kvr} \cdot Z_{ip} \cdot Z_{ip}^v = n_p^{40'kr} \quad (6) \\
 (\overline{r = 1, R}; \overline{k = 1, K}; \overline{p = 1, P}).
 \end{aligned}$$

Обмеження по пропускній здатності терміналів у портах перевалювання  $p = 1, P$  по відправленню контейнерів суднами перевізника  $c = 1, C$  (7)

$$\sum_{k=1}^K \sum_{c=1}^C \sum_{r=1}^R \sum_{j=1}^J (x_{pj}^{20'kcr} \cdot Z_{pj} \cdot Z_{pj}^c \cdot Z_j + 2 \cdot x_{pj}^{40'kcr} \cdot Z_{pj} \cdot Z_{pj}^c \cdot Z_j) \leq d_p^{TEU} \quad (7)$$

( $p = \overline{1, P}$ ).

Обмеження, які відповідно до умов зовнішньоторговельного контракту між продавцем і покупцем товару забезпечують доставку всіх 20- (8) і відповідно 40-футових (9) контейнерів з вантажем  $r = \overline{1, R}$  згідно до попереднього запиту  $k = \overline{1, K}$  клієнта в пункти призначення  $j = \overline{1, J}$  у змішаному сполученні транспортним засобом перевізника  $c = \overline{1, C}$  (перший доданок (8) і (9)) і у прямому сполученні наземним транспортним засобом перевізника  $v = \overline{1, V}$  (другий доданок (8) і (9)):

$$\sum_{c=1}^C \sum_{p=1}^P x_{pj}^{20'kcr} \cdot Z_{pj} \cdot Z_{pj}^c \cdot Z_j + \sum_{v=1}^V \sum_{i=1}^I x_{ij}^{20'kvr} \cdot Z_{ij} \cdot Z_{ij}^v \cdot Z_j = n_j^{20'kr} \quad (8)$$

( $r = \overline{1, R}$ ;  $k = \overline{1, K}$ ;  $j = \overline{1, J}$ );

$$\sum_{c=1}^C \sum_{p=1}^P x_{pj}^{40'kcr} \cdot Z_{pj} \cdot Z_{pj}^c \cdot Z_j + \sum_{v=1}^V \sum_{i=1}^I x_{ij}^{40'kvr} \cdot Z_{ij} \cdot Z_{ij}^v \cdot Z_j = n_j^{40'kr} \quad (9)$$

( $r = \overline{1, R}$ ;  $k = \overline{1, K}$ ;  $j = \overline{1, J}$ ),

де  $n_j^{20'kr}$ ,  $n_j^{40'kr}$  – кількість 20- (8) і відповідно 40-футових (9) контейнерів з вантажем  $r = \overline{1, R}$ , який повинен бути доставлений в порт призначення  $j = \overline{1, J}$  згідно до попереднього запиту  $k = \overline{1, K}$  клієнта і відповідно до умов зовнішньоторговельного контракту між ним і покупцем товару.

Умови незаперечності змінних (10)

$$x_{ip}^{20'kvr} \geq 0; x_{ip}^{40'kvr} \geq 0; x_{pj}^{20'kcr} \geq 0; x_{pj}^{40'kcr} \geq 0; x_{ij}^{20'kvr} \geq 0; x_{ij}^{40'kvr} \geq 0 \quad (10)$$

( $r = \overline{1, R}$ ;  $v = \overline{1, V}$ ;  $k = \overline{1, K}$ ;  $i = \overline{1, I}$ ;  
 $p = \overline{1, P}$ ;  $c = \overline{1, C}$ ;  $j = \overline{1, J}$ ).



Умови цілочисельності змінних (11)

$$\begin{aligned}
 x_{ip}^{20'kvr} &= 1, 2, \dots, H; \quad x_{ip}^{40'kvr} = 1, 2, \dots, H; \\
 x_{pj}^{20'kcr} &= 1, 2, \dots, H; \quad x_{pj}^{40'kcr} = 1, 2, \dots, H; \\
 x_{ij}^{20'kvr} &= 1, 2, \dots, H; \quad x_{ij}^{40'kvr} = 1, 2, \dots, H; \\
 (r &= 1, R; v = 1, V; k = 1, K; i = 1, I; \\
 p &= 1, P; c = 1, C; j = 1, J).
 \end{aligned} \tag{11}$$

Група обмежень (12), які характеризують наскільки недовикористовується контейнеромісткість терміналів у портах перевалювання. Вони також дозволяють у результаті рішення відобразити кількісне значення цього показника

$$\begin{aligned}
 x_{pp}^{20'kvr} &\geq 0; \quad x_{pp}^{40'kvr} \geq 0 \\
 (r &= 1, R; v = 1, V; k = 1, K; p = 1, P; p = p).
 \end{aligned} \tag{12}$$

Група обмежень (13), які відображують зв'язок між контейнерними терміналами різних портів перевалювання. Ці умови забезпечують заборону перевезення контейнерів з терміналу одного порту перевалювання на термінал іншого

$$\begin{aligned}
 x_{pp}^{20'kvr} &= 0; \quad x_{pp}^{40'kvr} = 0 \\
 (r &= 1, R; v = 1, V; k = 1, K; p = 1, P; p \neq p).
 \end{aligned} \tag{13}$$

Умови (14), які дозволяють доставку контейнерів у прямому сполученні з пункту відправлення  $i = 1, I$  в пункт призначення  $j = 1, J$  наземним транспортним засобом перевізника  $v = 1, V$

$$x_{ij}^{20'kvr} \geq 0; \quad x_{ij}^{40'kvr} \geq 0 \tag{14}$$

Умови (15), що забороняють доставку контейнерів у прямому сполученні з пункту відправлення  $i = 1, I$  в пункт призначення  $j = 1, J$  водним транспортним засобом перевізника  $c = 1, C$

$$x_{ij}^{20'kcr} = 0; \quad x_{ij}^{40'kcr} = 0. \tag{15}$$

Таким чином, запропонована математична модель дозволяє відповідному фахівцю ТЕК в оперативному режимі часу приймати рішення щодо обґрунтування маршрутів доставки контейнерів з вантажем, а також обирати перевізників.

При звертанні клієнта в ТЕК, він може висловити певні побажання відносно розгляду фахівцем з організації перевезень конкретних маршрутів доставки його вантажів. Це буває у разі, якщо клієнт вперше звертається до даної ТЕК, але він має попередній досвід доставки своїх вантажів по конкретним схемам за певними цінами шляхом придбання транспортних послуг іншої ТЕК. При цьому він бажає провести маркетингове дослідження ринку щодо цінової конкуренції між відповідними ТЕК. У цьому випадку фахівцю з організації перевезень рекомендується за допомогою запропонованої моделі (1)-(15) розрахувати два варіанти доставки вантажу. Перший – базисний, тобто по маршрутам, які відповідають бажанням потенційного клієнта згідно з його досвідом співпраці з іншими ТЕК, але котируючи ціни своєї ТЕК та її партнерів. Другий – проектний, тобто по маршрутам, запропонованим фахівцем з організації перевезень даної ТЕК і по її цінам, а також цінам її партнерів по бізнесу.

**Висновки.** В роботі розглянута задача обґрунтування маршрутів доставки вантажів у контейнерах, яка вирішується фахівцями з організації перевезень ТЕК або безпосередньо експедиторами у відповідь на кожний попередній запит потенційного, разового або постійного клієнта.

В результаті рішення першого завдання дослідження сформульована постановка задачі у загальному вигляді.

В результаті рішення другого завдання визначено параметри управління та формалізовано обмеження на їх результативні значення.

В результаті рішення третього завдання обрано критерій оптимальності, відповідно до якого у термінах дослідження операцій формалізована функція мети.

В результаті рішення четвертого завдання встановлено умови та обмеження задачі, які задані системою лінійних нерівностей та рівнянь.

В результаті рішення п'ятого завдання розроблено математичну модель (1)-(15) лінійного цілочисельного програмування, яка базується на основних положеннях дослідження операцій щодо постановки та рішення багатоетапної транспортної задачі. Вона дозволяє на підставі попереднього запиту клієнта ТЕК обґрунтувати транспортно-технологічні схеми доставки його вантажів в контейнерах. Крім того, вона вперше:

- забезпечує рішення по доставці вантажу в пункти призначення відповідно до умов зовнішньоторговельного контракту між продавцем і покупцем товару шляхом залучення в модель (1)-(15) екзогенного параметру  $Z_j$ ;

- враховує ситуацію, коли перевізник не може забезпечити обслуговування контейнерного вантажопотоку на певному напрямку через відсутність відповідного сервісу шляхом включення в модель (1)-(15) екзогенних параметрів  $Z_{ip}^v$  і  $Z_{pj}^c$ ;

- дозволяє обґрунтувати доставку контейнерів як у змішаному, так і у прямому сполученнях за рахунок включення в модель екзогенних

параметрів  $Z_{ip}$  та  $Z_{pj}$ , якщо перевезення передбачено тільки між пунктами  $i = \overline{1, I}$  та  $p = \overline{1, P}$ , або  $p = \overline{1, P}$  та  $j = \overline{1, J}$  відповідно. Введення цих параметрів також дає змогу врахувати бажання клієнта щодо можливого залучення до перевезення на тій чи іншій ділянці схеми доставки інших перевізників або придбання послуг інших ТЕК-партнерів, раніше напрацьованих клієнтом;

- забезпечує можливість розглянути варіант доставки контейнерів по прямому варіанту, використовуючи тільки наземний вид транспорту: по-перше, за рахунок відсутності обмеження, яке заперечує здійснення прямої доставки вантажу; по-друге, за рахунок введення групи обмежень (14), які дозволяють доставку контейнерів у прямому сполученні наземним транспортним засобом перевізника  $v = \overline{1, V}$ ; по-третє, за рахунок введення групи умов (15), які забороняють доставку контейнерів у прямому сполученні водним транспортним засобом перевізника  $c = \overline{1, C}$ .

Сформульовані положення та їх впровадження у виробничу діяльність сучасних ТЕК сприятимуть підвищенню їх ефективності, а також формуванню раціональних систем транспортно-експедиційного обслуговування вантажів, що доставляються у регіональному, міжрегіональному і міжнародному сполученнях.

Перспективи подальшого дослідження лежать в площині розробки методичного забезпечення процесів прийняття рішень по локальним виробничим задачам і функціям співробітників і партнерів сучасних ТЕК.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кириллова В.Ю. Обґрунтування варіантів доставки вантажів у контейнерах / В.Ю. Кириллова // Сб. научн. тр. SWorld. – Т. 1. – Вып. 4 (37). – Иваново: Маркова АД, 2014. – С. 15-22.
2. Закон України «Про транспортно-експедиторську діяльність» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1955-15>
3. Naumov V. Estimating the number of dispatchers of a freight forwarding company on the base of computer simulations (Conference Paper): 14th Scientific and Technical Conference on Transport Systems Theory and Practice TSTP 2017; Katowice; Poland / V. Naumov // Advances in Intelligent Systems and Computing Volume. – 2017. – Vol. 631. – P. 183-192. Doi: 10.1007/978-3-319-62316-0\_15.
4. Прокудін Г.С. Оптимізація процесу транспортно-експедиторського обслуговування та підвищення його ефективності [Текст] / Г.С. Прокудін, В.Ю. Пелих // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. – 2013. – Вип. 12. – С. 150-155.

5. Kirillova E.V. Justification of stability ranges of commercially reasonable, allowable loss-making and crisis operation of the vessel [Text] / E.V. Kirillova // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2015. – № 6(3). – P. 4-10. – ISSN 1729-4061 (Online). – ISSN 1729-3774 (Print)). – DOI: 10.15587/1729-4061.2015.55007.
6. Naumov V.S. Forming the strategies of sustainable development of freight forwarders at transportation market [Text] / V.S. Naumov, O.G. Kholeva // *Scientific Bulletin of National Mining University*. – 2017. – Vol. 3. – P. 129-134. – EID: 2-s2.0-85026246777.
7. Yelena Kirillova. Development of an economic and mathematical model of loading a freight and passenger ferry / Yelena Kirillova, Yekaterina Meleshenko // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2015. – Vol 3. – № 4(81). – 2016. – P. 28-37. – ISSN (print) 1729-3774. – ISSN (on-line) 1729-4061. – DOI: 10.15587/1729-4061.2016.71215.
8. Кириллова Е.В. Модульная программа «Основы теории транспортных процессов и систем». Содержательный модуль 1. Транспортный процесс грузовых и пассажирских перевозок / Е.В. Кириллова. – Одесса: Фенікс, 2014. – 91 с.
9. Кофман А. Методы и модели исследования операций. Целочисленное программирование / А. Кофман, А. Анри-Лабордер. – М.: Мир, 1977. – 432 с.
10. Экономико-математические методы и модели в управлении морским транспортом / Е.Н. Воевудский, Н.А. Коневцева, Махуренко Г.С., Тарасова И.П.; под ред. Е.Н. Воевудского. – М.: Транспорт, 1988. – 384 с.

*Стаття надійшла до редакції 22.03.2018 р.*

#### **Рецензенти:**

доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри «Менеджмент і маркетинг» Навчально-наукового інституту морського бізнесу Одеського національного морського університету **М.Я. Постан**

кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри «Морські перевезення» Національного університету «Одеська морська академія» **І.М. Петров**

УДК 656.614.3.078.1+347.792

## ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЕРВИСНЫХ ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**И.М. Петров**

к.т.н., профессор кафедры «Морские перевозки»

*Национальный университет «Одесская морская академия»*

**Аннотация.** *Статья посвящена исследованию роли лицензирования, как государственного воздействия, в повышении эффективности функционирования сервисных эргатических систем на морском транспорте. В качестве субъектов предпринимательской деятельности рассмотрены агентские и экспедиторские компании. Проанализирован зарубежный опыт лицензирования и государственного регулирования сервисной деятельности. Рассмотрены последствия отмены лицензирования этих видов деятельности в Украине. Сделан вывод, что лицензирование должно быть восстановлено. Разработаны и предложены новые система и процедуры лицензирования в Украине. Показано, что в качестве альтернативы со временем допускается замена лицензирования аккредитацией, обязательной или добровольной сертификацией на базе разработанных национальных стандартов агентской и экспедиторской деятельности.*

**Ключевые слова:** *лицензирование, сервисные эргатические системы, морское агентирование, транспортное экспедирование, лицензия, лицензионные условия, орган лицензирования, аккредитация, сертификация.*

## ЛІЦЕНЗУВАННЯ ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СЕРВІСНИХ ЕРГАТИЧНИХ СИСТЕМ

**І.М. Петров**

к.т.н., професор кафедри «Морські перевезення»

*Національний університет «Одеська морська академія»*

**Анотація.** *Стаття присвячена дослідженню ролі ліцензування, як державного впливу, у підвищенні ефективності функціонування сервісних ергатичних систем на морському транспорті. У якості суб'єктів підприємницької діяльності розглянуті агентські й експедиторські компанії. Проаналізований закордонний досвід ліцензування й державного регулювання сервісної діяльності. Розглянуті наслідки скасування ліцензування цих видів діяльності в Україні.*

*Зроблений висновок, що ліцензування повинне бути відновлене. Розроблені й запропоновані нові система й процедури ліцензування в Україні.*

*Показано, що в якості альтернативи згодом допускається заміна ліцензування акредитацією, обов'язковою або добровільною сертифікацією на базі розроблених національних стандартів агентської й експедиторської діяльності.*

*Ключові слова: ліцензування, сервісні ергатичні системи, морське агентування, транспортне експедирування, ліцензія, ліцензійні умови, орган ліцензування, акредитація, сертифікація.*

## LICENSING AS FACTOR IN INCREASING THE EFFICIENCY OF THE OPERATION OF SERVICE ERGATIC SYSTEMS

I.M. Petrov

Ph.D., professor of the Department «Marine Transportation»

*National University «Odessa Maritime Academy»*

*Abstract. Article is devoted to research of the role of licensing as state influence, in increase of efficiency of functioning of service ergatic systems on the sea transport. It is specified that service activity in Ukraine is insufficiently designated by precepts of law that causes the necessity of carrying out the whole complex of researches on justification of the approaches demanded for its effective functioning. As subjects of business activity agency and forwarding companies are considered. Foreign experience of licensing and state regulation of service activity is analyzed. Effects of cancellation of licensing of these types of activity in Ukraine are considered. The conclusion is drawn that licensing shall be recovered. The system and procedures of licensing in Ukraine are developed and offered new. The list of the bases for cancellation of the license is specified. It is shown that as an alternative licensing replacement with accreditation, by obligatory or voluntary certification based on the developed national standards of agency and forwarding activity is allowed over time.*

*Keywords: licensing, service ergatic systems, sea agency service, freight forwarding, license, license conditions, body of licensing, accreditation, certification.*

**Постановка проблеми в общем виде.** Морской транспорт всегда и во всех странах находился и находится под пристальным вниманием государства. Это в полной мере относится и к его береговому сегменту, в рамках которого осуществляют свою деятельность, в том числе, агентские и экспедиторские компании. Учитывая участие в их деятельности человеческих ресурсов, такие системы правильно рассматривать с точки зрения взаимодействия человека с техникой, т.е. как сервисные эргатические системы (СЭС). От уровня предоставляемого ими сервиса прямо и косвенно зависит эффективность, качество и безопасность перевозок грузов и пассажиров. Повышение эффективности функционирования СЭС достигается в развитых странах путем государственного воздействия, т.е.

управления и регулирования, в основе которого лежат, как правило, нормативные (стандартизация, сертификация, лицензирование) и экономические (тарифы, налоги, штрафы, страхование) методы [1]. Примером государственного участия в регулировании сервисной деятельности на морском транспорте является лицензирование. Его правильное применение, соответствие условиям и стандартам, разрабатываемых национальными и международными объединениями агентов и экспедиторов, представляется гарантией соблюдения высоких стандартов качества функционирования СЭС в Украине.

**Анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение данной проблемы, и выделение нерешенных ранее частей общей проблемы.** Вначале отметим, что транспортная деятельность в Украине отнесена к приоритетным направлениям в свете действия Закона «Об общегосударственной программе адаптации законодательства Украины к законодательству Европейского Союза» [2]. Поэтому в исследовании содержатся обращения к зарубежному опыту и его анализ, который свидетельствует, что в развитых странах лицензирование является стержнем государственного регулирования хозяйственной деятельности на транспорте (или в связи с транспортной деятельностью), относящейся к морским перевозкам грузов и пассажиров. С учетом важности институтов агентирования и экспедирования, их деятельность во многих странах также подлежит регулированию посредством лицензирования или контроля со стороны государства и профессиональных ассоциаций соответствующего вида деятельности.

Наиболее отлаженно система лицензирования с 1980-х годов функционирует в Японии. Лицензирование является обязательным не только для перевозчиков, но и для компаний, осуществляющих агентскую и экспедиторскую деятельность [3]. Помимо традиционного набора документов для получения лицензии нужно дополнительно подать бизнес-план деятельности сервисной компании и проформы договоров на обслуживание.

В США и Великобритании агентская и экспедиторская деятельность, как и любая предпринимательская, подлежат лицензированию еще с 1930-х годов. В ряду требований для разрешения ее проведения обязательно наличие сертификатов, публикация перечня услуг, плат и сборов по ним, их размеров [1; 3].

В странах ЕС лицензирование агентской и экспедиторской деятельности не предусмотрено. Например, в Польше лицензированию подлежат только 8 видов хозяйственной деятельности, к которым анализируемая деятельность не относится. Как альтернатива, используется 2-уровневая система аккредитации и сертификации агентов и экспедиторов – на национальном и международном уровне (национальная ассоциация и FONASBA и FIATA). Во Франции, в частности, начинающий предприниматель в рассматриваемых видах деятельности должен для получения лицензии иметь Знак качества (Quality Label) от Ассоциации судовых

агентов (FACAM – Fédération des Agents Cosignataires de Navires et Agents Maritimes de France) [4].

Определенный опыт накоплен и на постсоветском пространстве. Так, например, в Латвии, согласно [5], агентская компания обязательно должна пройти лицензирование. Лицензия выдается Департаментом мореходства Министерства сообщения на основании рекомендаций Латвийской Национальной ассоциации судовых брокеров и агентов, включающих следующие требования: наличие положительного отзыва от 2-х агентов с солидной репутацией; хотя бы 2 её работника 2 года отработали в лицензированной компании и сдали экзамен; финансовая надежность, что предполагает размер уставного капитала не менее 5 тыс. лат (в 2018 г. 1 лат = 1,61 долл.), все платежи в госбюджет произведены; заключен договор страхования гражданско-правовой ответственности профессиональной деятельности агента.

В России лицензирование агентской и экспедиторской деятельности отменено несколько лет назад. В качестве альтернативы разработана и внедрена система добровольной сертификации, которая осуществляется в ходе инспекторских проверок компаний [6].

Известные исследования и труды по лицензированию агентской и экспедиторской деятельности на транспорте принадлежат, в основном, морским юристам либо «чистым» практикам [1; 7-18], что не может удовлетворить достижению целей данного исследования. Нужно отметить проводившиеся исследования [19] в российской ВГАВТ (Нижний Новгород) в 90-годы прошлого столетия под руководством д.т.н., проф. А.И. Телегина, в частности. НИР «Разработка нормативных и методических документов по лицензированию транспортно-экспедиторской деятельности, агентских и брокерских услуг на внутреннем водном транспорте» [20] где, в том числе, обоснованы концепция и принципы лицензирования агентской деятельности. Однако с точки зрения требований настоящего времени они утратили актуальность и не применимы, так как проводились в пору действий законов переходной экономики и ограничены сферой внутреннего водного транспорта России.

Можно сделать вывод, что исследования на морском транспорте по проблемам лицензирования и других видов государственного регулирования агентской и экспедиторской деятельности в условиях рыночной экономики отсутствуют, что подтверждает актуальность настоящего исследования.

**Формирование целей статьи (постановка задачи).** На основании вышеупомянутого, объект, предмет и цель исследования могут быть сформулированы следующим образом:

– Объект исследования: СЭС (агентская и экспедиторская деятельность) обеспечения производственной деятельности морских транспортных средств.

– Предмет исследования: система государственного регулирования агентской и экспедиторской деятельности в Украине.



– Цель исследования: разработка методических основ по повышению эффективности сервисной деятельности на рынке транспортных услуг Украины с помощью лицензирования.

**Изложение материала исследования с обоснованием полученных научных результатов.** Под лицензированием будем понимать деятельность уполномоченных государством органов лицензирования относительно предоставления в установленном порядке субъектам хозяйствования (лицензиатам) разрешений на осуществление хозяйственной деятельности и обеспечения ими соблюдения лицензионных условий, направленная на защиту прав и законных интересов граждан и организаций, окружающей природной среды, а также обеспечения безопасности государства [7]. Содержание лицензионной деятельности составляют выдача и аннулирование лицензий; ведение дел и реестров; контроль за соблюдением лицензионных условий и устранением их нарушений.

Лицензия (лат. *licentia* – свобода, право) – это документ государственного образца, подтверждающий право лицензиата на осуществление указанного в нем вида хозяйственной деятельности [15]. В лицензии указываются: орган лицензирования; вид хозяйственной деятельности (агентирование, экспедирование); идентификационный код юридического или номер физического лица, их местонахождение (место жительства); дата выдачи лицензии, срок действия, другие данные.

Лицензионные условия – перечень организационных, квалификационных и других требований, обязательных для исполнения при осуществлении видов хозяйственной деятельности, подлежащей лицензированию.

Необходимо сделать краткий экскурс в историю создания системы лицензирования сервисной деятельности в Украине, в частности агентской. Она начала организационно реализовываться с 1992 г., когда дополнением к Закону Украины «О предпринимательстве» был расширен перечень видов деятельности, подлежащих лицензированию.

Постановление КМУ от 13.01.93 № 18 предусматривало лицензирование агентской деятельности Минтрансом, при этом лицензия выдавалась на вид деятельности на 3 года; плата за выдачу составляла 3 минимальные зарплаты.

Постановление КМУ от 26.01.94 г. № 27 предусматривало лицензирование в отдельно взятом порту на срок 1 год; плата за выдачу для каждого порта 1 категории – Одессы, Ильичёвска, Южного – составляла 800 тыс. долларов США при том, что агентская компания должна была иметь на счету в банке не менее 500 тыс. долларов. Благодаря вмешательству Антимонопольного комитета и международного судоходного бизнеса это Постановление, поставившее негосударственный агентский бизнес на грань ликвидации, было отменено.

Постановление КМУ от 17.05.94 г. № 316 возвращало выдачу лицензии на вид деятельности на 3 года; плата равнялась 6-и минимальным зарплатам.

Постановление КМУ от 19.05.95 № 351 условия получения лицензии оставляло прежними, а плату за выдачу увеличивало до 35 тыс. экю (50 тыс. долларов). Следующим Постановлением стоимость лицензии снизилась до 10 тыс. долларов. Число компаний, занимавшихся агентской деятельностью и получивших лицензию, к концу 1999 г. возросло до 100.

В начале 1998 г. лицензирование агентской и экспедиторской деятельности было отменено, когда в Закон Украины «О предпринимательстве» были внесены изменения. В ст. 4 говорится, что ограничению (лицензированию) предпринимательской деятельности должны подвергаться только те её виды, которые непосредственно влияют на здоровье человека, на окружающую среду и на безопасность государства. С учётом того, что сервисная деятельность под эти критерии не подпадает, её не было среди 64-х видов, подлежавших лицензированию согласно Закону Украины «О лицензировании определённых видов хозяйственной деятельности» № 1775-III от 01.06.2000 г., а также среди 30-и её видов, перечисленных в ст. 7 Закона Украины «О лицензировании видов хозяйственной деятельности» № 222-VIII от 02.03.2015 г. [21]. Необходимость лицензирования в области морехозяйственной деятельности в Украине сегодня прописана только для перевозок пассажиров, опасных грузов и отходов морским (и другими видами) транспортом, а также для туроператорской деятельности.

Закон Украины [21] является основным нормативно-правовым актом, который регулирует лицензирование. Его анализ показывает, что наряду с сокращением видов деятельности, увеличением сроков деятельности лицензий, ужесточаются требования к лицензиатам, усиливается контроль за их работой. Этим государство стремится довести уровень услуг до международных стандартов, повысить их конкурентоспособность [14].

Основным направлением для компаний, предоставляющих услуги, является следование лицензионным условиям. Анализ нормативно-правовых актов дает возможность разделить лицензионные условия на общие и специальные. Первые должны быть соблюдены при осуществлении любых лицензированных видов деятельности. К общим лицензионным условиям можно отнести: соблюдение прав потребителей услуг; соблюдение санитарно-гигиенических, противопожарных и экологических правил. Специальные лицензионные условия можно классифицировать на 4 категории: организационно-правовые (вопросы охраны человеческой жизни на море, предотвращения загрязнения, столкновения судов, поиска и спасания на море и т.п.); квалификационные (соответствие квалификации специалистов требованиям национального и международного законодательства); технологические (соблюдение требований стандартизации, ТУ, безопасности, эргономики, наличие документации); материально-технологические (наличие соответствующей материально-технической базы экспедитора и агента).

Сравнивая агентирование и экспедирование с теми видами морехозяйственной деятельности, которые подлежат лицензированию, отметим, что в последних сформирована система, которая дает возможность осуществлять государственное регулирование, отвечает требованиям допуска на рынок транспортных услуг квалифицированных перевозчиков, технически пригодных средств транспорта, способствует предупреждению аварийности.

В качестве иллюстрации приведем особенности лицензирования агентских компаний, которые кроме агентирования, осуществляют ещё туроператорскую деятельность. В частности, лицензиат должен: выполнять требования законодательства в сфере миграции; информировать туристов о возможных опасностях, необходимости соблюдения мер предосторожности. Лицензионные условия устанавливают требования к: офису; финансовому обеспечению ответственности туроператоров; страховой защите туристов; рекламной деятельности; персоналу (не менее 30 % сотрудников должны иметь стаж работы от 3-х лет или высшее образование в сфере туризма).

В связи с этим возникает вопрос о возможности совершения морским агентом от своего имени (за счет и по поручению судовладельца) сделок в рамках деятельности, подлежащей лицензированию. При линейной форме судоходства это может быть оформление грузовых документов, инкассация фрахта, аквизиция, канвассинг и букирование грузов, стивидорное обслуживание. На наш взгляд, в этих случаях агент должен действовать от имени судовладельца, имеющего лицензию на этот вид деятельности.

Органом лицензирования видов морехозяйственной деятельности в Украине с 2011 г. являлась Государственная инспекция по безопасности на морском и речном транспорте (Укрморречинспекция), а в сфере туроператорства – Гостуризмкурорт (Постановление КМУ от 27.07.11 г. № 798). Постановлением КМУ от 10.09.14 № 442-г. создана Государственная служба Украины по безопасности на транспорте (Укртрансбезопасность) путем слияния Укрморречинспекции с Государственной инспекцией по безопасности на наземном транспорте (Укртрансинспекция), с подчинением Укртрансбезопасности ещё и Государственной специальной службе транспорта (Госспецтрансслужба).

Как показывает практика, отмена лицензирования агентской и экспедиторской деятельности в Украине вызвала противоречивые последствия. С одной стороны, произошли разбюрокрагизация, уменьшение административного влияния, упрощение правовой базы, функционирование СЭС стало более действенным. Это свидетельствует, что отмена лицензирования оказалась на руку крупным сервисным фирмам, имеющим квалифицированный обученный персонал и достаточное финансовое обеспечение. С другой стороны, увеличилось количество мелких компаний, а в их составе псевдоспециалистов, не способных качественно выполнять услуги. Эти компании характеризует абсолютная бесконт-

рольность, непрофессионализм, извращенные подходы к ценообразованию. В условиях жесткой конкуренции для участия на рынке сервисных услуг, им остается снижать ставки, иногда значительно. Демпингуя, агенты нарушают законодательство и все нормативные акты, нанося ущерб государству, сокращая поступление валюты и базу налогообложения. Для сравнения отметим, что в зарубежной практике конкурентная борьба за агентирование и экспедирование идет, чтобы войти в сферу коммерческих отношений со стивидорными, сюрвейерскими, бункерными компаниями, аквизиторами и фрахтовыми брокерами. Изначально агентирование представляет административно-распорядительскую деятельность, а не преследует извлечение коммерческой выгоды [10-13].

В сфере экспедирования отмена лицензирования также вызвала рост числа мелких фирм. Многие из них, стремясь выжить в конкурентной борьбе с крупными игроками рынка, занимаются «черным» экспедированием. На украинском рынке экспедирования, представленном 2,5 тыс. компаний, и имеющем оборот 1 млрд. долл., доля таких мелких фирм оценивается в 3-5 % [12]. Некоторые из них замешаны в аферах, в контрабанде, играют роль конвертационных центров. Также на украинский рынок проникло много иностранных фирм. Они выигрывают у отечественного экспедитора за счет раскрученного брэнда, богатого опыта работы, имеющих собственные транспортные средства. Это позволяет им привлекать к перевозке большие партии грузов, предоставляя при этом серьезные скидки.

Учитывая европейские интеграционные процессы, в Украине, очевидно, необходимо использовать зарубежный опыт и практику государственного регулирования сервисной деятельности, адаптированные к практике и законодательству Украины. При этом нужно учитывать, что Закон Украины [2], закрепляет стремление Украины к упрощению требований к ведению хозяйственной деятельности [6]. Соответственно, приоритетом государственного регулирования должна стать либерализация законодательства, относящегося к области оказания агентских и транспортно-экспедиторских услуг.

Выходом из создавшегося положения предлагается восстановление лицензирования агентской и экспедиторской деятельности. Для этого должны быть разработаны и уточнены единые для всех операторов украинского рынка сервисных услуг лицензионные условия. Они в обязательном порядке должны учитывать такие критерии – профессиональную подготовку (образование, знание языков, опыт работы), желательную подтвержденную для агентов и экспедиторов сертификатами, соответственно FONASBA и FIATA, наличие средств связи, техническую оснащенность агентства [9] и наличие финансовых гарантий (банковских, страховых, гарантийных спецфондов, из которых могут быть оплачены компенсации принципалу (грузоотправителю), обучение агентов и экспедиторов, содержание лицензионных комиссий). На депозите в банке таких компаний должна быть сумма для покрытия портовых сборов за 1-2 судозахода. Предлагается учитывать подтверждения состоятельности соискателей

лицензий судовладельцами, которые в первую очередь заинтересованы в качестве обслуживания [11], и уже действующими операторами рынка, но при этом с учетом конкуренции [16]. Также предлагается, чтобы лицензия была бесплатной, либо плата за нее – минимальной, учитывая, что процесс лицензирования сможет способствовать росту налоговых поступлений уже за счет доходов, теряемых при демпинге и остающихся у иностранных клиентов. Лицензия должна только продлеваться и быть бессрочной, как дополнительный фактор надежности в конкурентной борьбе. Действие ее может быть прекращено либо при закрытии компании, либо при серьезных нарушениях лицензионных условий [11].

Среди важных преимуществ системы лицензирования агентской и экспедиторской деятельности можно выделить следующие: все процедурные вопросы, касающиеся выдачи лицензий, их дубликатов, переоформления, применение санкций, четко урегулированы Законом. Благодаря этому, процедуры лицензирования становятся более прозрачными, а чиновники теряют возможность устанавливать дополнительные требования к предпринимателям.

Наряду с преимуществами, есть и опасения, которые нужно учесть при возврате к лицензированию [6]. Это бюрократизация, вмешательство государства, дополнительные расходы времени и средств на получение лицензии, риски, что на рынке останутся только крупные компании, вследствие чего – сворачивание конкуренции, как гарантии повышения качества и снижения стоимости оказываемых услуг.

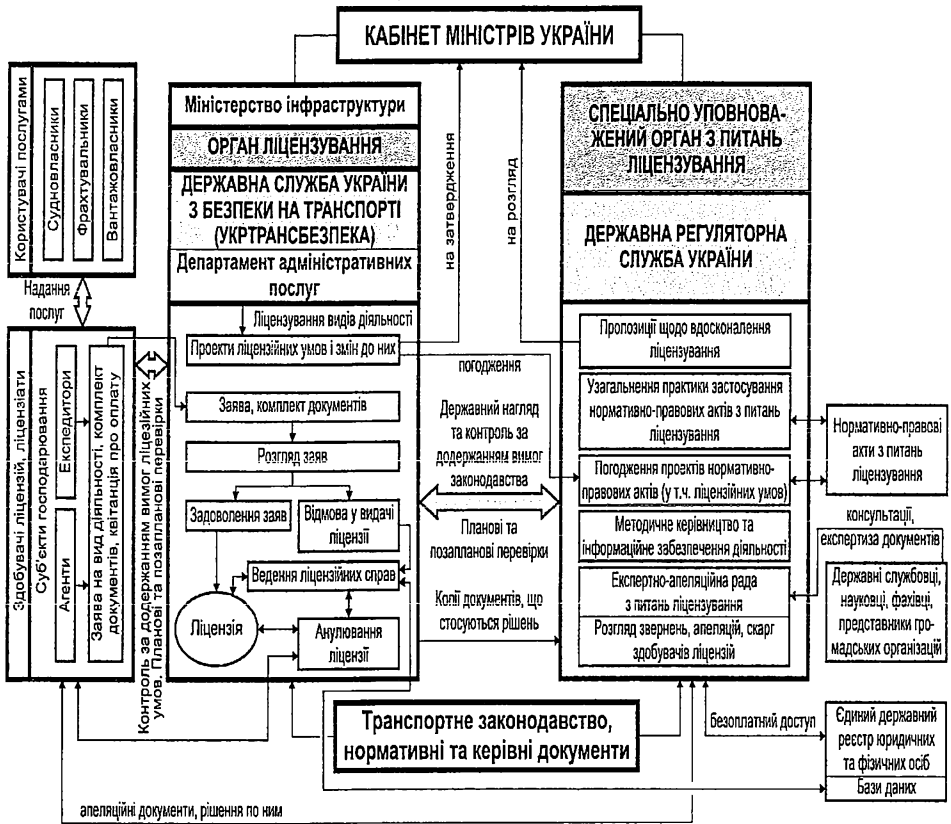
В рамках исследования разработаны и предлагаются система и процедуры лицензирования агентской и экспедиторской деятельности на морском транспорте Украины, представленные на рисунке.

Как видно из рис., процедура получения лицензии охватывает этапы:

1. Подача от субъекта предпринимательской деятельности (агента, экспедитора) заявления в орган лицензирования;
2. Принятие решения о выдаче лицензии или отказе;
3. Выдача лицензии.

Аннулирование лицензии производится по решению органа лицензирования – Укртрансбезопасности. Систематизированные нами и уточненные основания для аннулирования лицензии приведены в таблице.

Предлагаемое лицензирование агентской и экспедиторской деятельности должно быть ограничено какими-то временными рамками. По мере совершенствования сервисной деятельности и повышения эффективности функционирования СЭС на морском транспорте государственное регулирование может быть заменено другими альтернативными лицензированию методами – аккредитацией и сертификацией, обязательной и добровольной, саморегулированием, введением залоговых платежей.



*Рис. Предлагаемая система и процедуры лицензирования агентской и экспедиторской деятельности на морском транспорте Украины*

При вводе системы аккредитации и обязательной сертификации применяемые стандарты производственной деятельности должны охватывать два уровня – национальный (деятельность может стандартизироваться национальными ассоциациями агентов и экспедиторов – АМАУ и АМЭУ), и международный (FONASBA и FIATA).

В ходе дальнейшего совершенствования агентской и экспедиторской деятельности возможен переход к добровольной сертификации, когда лицензия будет иметь просто заявительный характер [11].

Для эффективного функционирования системы добровольной сертификации национальными ассоциациями агентов и экспедиторов должны быть разработаны обоснованные Стандарты сервисной деятельности, в основу которых положены стандарты FONASBA и FIATA, например, «Минимальные нормы UNCTAD для судовых агентов».

*Основания для аннулирования лицензии*

1	заявление лицензиата
2	повторное нарушение лицензионных условий
3	нахождение лицензиата в состоянии ликвидации фирмы или прекращения предпринимательской деятельности (физического лица)
4	смерть физического лица – предпринимателя
5	недостоверность сведений в документах, представленных для получения лицензии
6	передача лицензии другому юридическому или физическому лицу
7	не устранение выявленных нарушений лицензионных условий
8	невозможность обеспечить выполнение лицензионных условий
9	отказ в проведении проверки органом лицензирования или специально уполномоченным органом
10	решение суда об ограничении физического лица в дееспособности, признании его психически больным и т.д.
11	осуждение предпринимателя к уголовному наказанию в виде запрета заниматься агентской или экспедиторской деятельностью
12	нарушение налогового и другого законодательства
13	наличие лицензиата в «черных списках» органов по борьбе с отмыванием средств, полученных незаконным путем
14	несоответствие деятельности лицензиата требованиям международных обязательств Украины в сфере экологии
15	другие причины

В этом случае в ходе инспекционных проверок комиссиям не нужно будет вмешиваться в оперативную деятельность сервисных компаний, достаточной будет проверка документации. Помимо очевидных достоинств добровольной сертификации в деятельности СЭС, нужно учитывать и эргатические факторы, основывающиеся на психологической уверенности компаний, добровольно идущих на проверку соответствия оказываемых ими услуг высоким стандартам. В качестве одного из условий добровольной сертификации может служить страхование гражданской ответственности профессиональной деятельности агента и экспедитора.

И, наконец, в обозримом будущем, описанная действующая и разработанные перспективные системы государственного регулирования могут быть заменены системой саморегулирования функционирования СЭС, когда сервисные компании, создав органы саморегулирования по своим видам деятельности, будут сами принимать решения о допуске той или иной компании на рынок сервисных услуг. Функциональная модель саморегулирования деятельности СЭС должна учитывать результаты

инспектирования и мониторинга деятельности сервисных компаний, гибко использовать принципы ответственности и неотвратимости наказания за незаконную деятельность и различные нарушения.

### **Выводы и перспективы дальнейшей работы по направлению**

1. Система лицензирования в Украине находится в процессе становления. Об этом свидетельствует большое количество проблем, возникающих вокруг отмены и введения лицензирования некоторых видов морехозяйственной деятельности, а также противоречий и сложностей, сопровождающих формирование системы органов лицензирования.

2. В Закон «О лицензировании...» предлагается внести в качестве самостоятельных видов предпринимательской деятельности на морском транспорте агентскую и экспедиторскую деятельность.

3. Получение лицензии на агентскую и экспедиторскую деятельность является определяющим условием эффективного функционирования СЭС.

4. Лицензирование агентской деятельности на морском транспорте должно не только подтверждать возможность лицензиата осуществлять сервисную деятельность, но и целенаправленно воздействовать на субъекты предпринимательства путем выполнения специфических требований при лицензировании.

5. По мере повышения эффективности функционирования СЭС на морском транспорте Украины лицензирование может быть заменено другими альтернативными лицензированию методами государственного воздействия – аккредитацией и сертификацией, обязательной и добровольной, саморегулированием, введением залоговых платежей.

6. В качестве одного из требований сертификации должно служить страхование гражданско-правовой ответственности профессиональной деятельности агента и экспедитора.

7. Сервисная деятельность на морском транспорте Украины недостаточно регулируется правовыми нормами. Это обстоятельство диктует необходимость проведения целого комплекса исследований по разработке, обоснованию и принятию ряда законных и подзаконных актов и правовых норм в целях повышения эффективности функционирования СЭС.

8. Результаты исследования, изложенные в работе, могут быть использованы в учебном процессе НУ «ОМА», ОНМУ и других морских учебных заведениях при чтении дисциплин «Морские перевозки», «Агентирование морских судов», «Транспортное экспедирование».



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Масленников М.Н. Государственное регулирование развития транспорта в США/ М.Н. Масленников. – Красноярск: Изд-во Красноярского университета, 1989. – 152 с.
2. Про загальнодержавну програму адаптації законодавства України до законодавства Європейського Союзу: Закон України від 13.03.2004 р. № 1629-IV // Відомості Верховної Ради. – 2004. – № 29. – Ст. 367
3. Aims and objects. – FONASBA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.fonasba.com/about.html>.
4. Statuts. By-laws. – Federation des Agents Consignataires de Navires et Agents Matitimes de France (FACAM). – 1998. – P. 18.
5. Правила Кабинета министров Латвийской Республики от 26.11.1996 № 439 «Правила деятельности судовых агентов» / изданы согласно п. 3 ст. 14 Закона «Устройство Кабинета министров» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.latvia.news-city.info/docs/sistemsd/doc-ierijo.htm>.
6. Кому поможет лицензирование/ А. Кифак // Порты Украины. – 2009. – № 2 (84). – С. 16-21.
7. Материалы информационного сайта юридической компании «Аксиома» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.axiom.org.ua/fqa\\_licen.htm](http://www.axiom.org.ua/fqa_licen.htm).
8. Материалы информационного сайта юридической компании «Укрзакон» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrzakon.net>.
9. Комаров И.Н. Создание и совершенствование системы лицензирования на внутреннем водном транспорте /И.Н. Комаров // М.: Наука и техника на речном транспорте: Инф. сборник ЦНТИ. – 1996. – Вып. № 11. – 145 с.
10. Петров И.М. Организационные и коммерческие взаимоотношения морского агента / И.М. Петров. – Севастополь: УМИ, 2007. – 132 с.
11. О лицензировании и не только/ О. Рындин// Порты Украины. – 2004. – № 5. – С. 19-31.
12. К вопросу о лицензировании / В.И. Бондаренко// Судходство. – 2001. – № 5. – С. 23.
13. Снова о лицензиях / И.И. Ландер //Порты Украины. – 1999. – № 6. – С. 22-23
14. Материалы сайта [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.juridicheskij-supermarket.ua/page\\_services\\_licens.html](https://www.juridicheskij-supermarket.ua/page_services_licens.html)

15. *Материалы сайта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dsnews.ua/politics/art6827>*
16. *The Marine and Coastal Access Act 2009 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2009/23/contents>*
17. *Guidance: Fast-track and accelerated licensing [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gov.uk/guidance/fast-track-and-accelerated-licensing>*
18. *Телегин А.И., Болылый А.Н., Крепак С.В. О государственном учете и оценке качества выполнения транспортно-экспедиционных и других услуг при перевозке грузов в рыночной экономике // Труды ВГАВТ. – Вып. 274. – 1999. – С. 163-166.*
20. *Разработка нормативных и методических документов по лицензированию транспортно-экспедиционной деятельности, агентских и брокерских услуг на ВВТ: Отчет по НИР хозяйственной работы № 956726 / Научн. рук. А.И. Телегин). – Н. Новгород, 1995. – 41 с.*
21. *Про ліцензування видів господарської діяльності: Закон України від 02.03.2015 р. № 222-VIII // Відомості Верховної Ради. – 2015. – № 23. – Ст. 158.*

*Стаття надійшла до редакції 25.04.2018*

### **Рецензенти:**

доктор технічних наук, професор, к.д.п., декан судноводійного факультету Національного університету «Одеська морська академія»  
**М.М. Цимбал**

кандидат технічних наук, доцент кафедри «Морські перевезення» Національного університету «Одеська морська академія», начальник відділу агентування ТОВ «Еліт Блек Сі» **Ю.Р. Ярмолович**

УДК 656:379.85

**ХАРАКТЕРИСТИКА  
ТРАНСПОРТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТУРИСТИЧНОЇ ГАЛУЗИ**

**І.В. Ходікова**

ст. викладач кафедри «Управління логістичними системами та проектами»

*Одеський національний морський університет*

***Анотація.** В роботі розглядається взаємозв'язок туристичної та транспортної галузей, узагальнено основні види транспортного забезпечення туризму. Розглянута та класифікована система транспортного забезпечення туристичних центрів, визначені основні функції транспорту в туристичних центрах.*

***Ключові слова:** туризм, транспорт, транспортне забезпечення, туристичний центр.*

**ХАРАКТЕРИСТИКА  
ТРАНСПОРТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**

**И.В. Ходикова**

ст. преподаватель кафедры «Управление логистическими системами и проектами»

*Одесский национальный морской университет*

***Аннотация.** В работе рассматривается взаимосвязь туристической и транспортной отраслей, обобщены основные виды транспортного обеспечения туризма. Рассмотрена и классифицирована система транспортного обеспечения туристических центров, определены основные функции транспорта в туристических центрах.*

***Ключевые слова:** туризм, транспорт, транспортное обеспечение, туристический центр.*

**CHARACTERISTICS OF TRANSPORT SUPPORT OF TOURISM**

**I.V. Khodikova**

Senior lecturer of the department «Management of logistics systems and projects»

*Odessa National Maritime University*

***Annotation.** The paper considers the interrelationship between the tourism and transport sectors, summarizes the main types of transport support for tourism. The system of transport support of tourist centers is considered and classified; the basic functions of transport in tourist centers are defined.*

***Keywords:** tourism, transport, transport support, tourist center.*

**Вступ.** Туристична галузь – високоприбутковий, багатогалузевий комплекс в потенціалі здатний забезпечити високий рівень зайнятості і добробут людей, залучених в сферу туризму. За даними Всесвітньої туристської організації (United Nations World Tourism Organization, UNWTO), туризм становить близько 10 % від всієї світової економіки, а середньорічні темпи зростання досягають близько 4-5 %.

Розвиток туризму є одним з перспективних напрямів зростання економіки нашої країни. В порівнянні з іншими країнами, в яких сфера послуг, і зокрема туризм, стала однією з прибуткових галузей економіки, українська сфера послуг та туристський бізнес в даний час знаходяться у стадії становлення.

Згідно з офіційною статистикою в силу сформованих політичних та економічних обставин за останні кілька років спостерігається спад в відвідуванні туристами України (рис. 1.1). При цьому зростає кількість внутрішніх туристів (рис. 1.2).

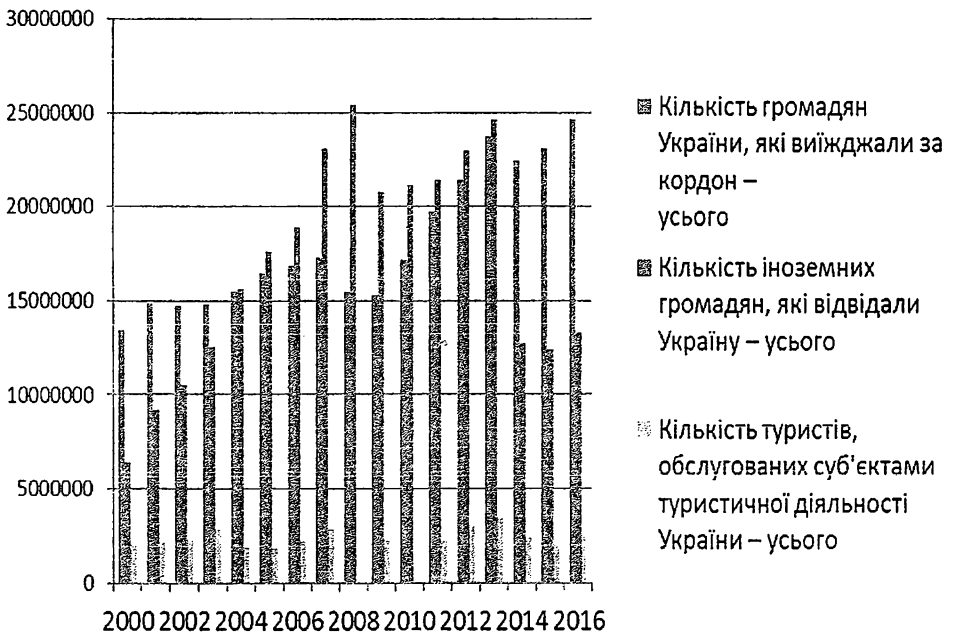
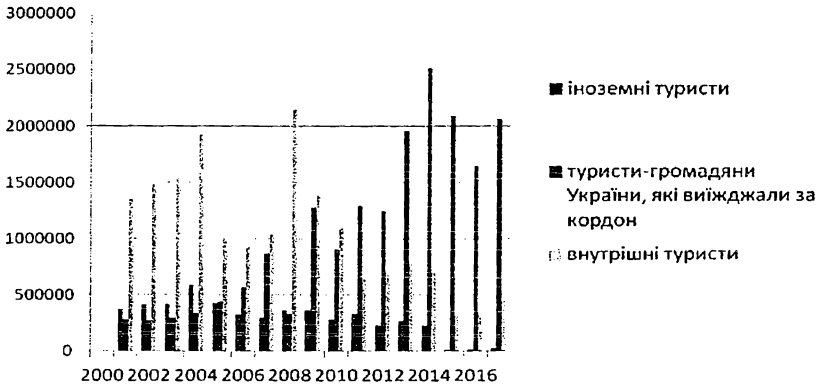
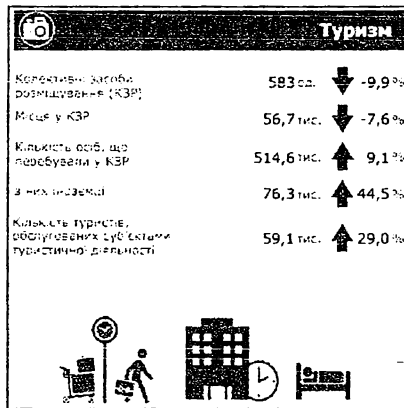


Рис. 1.1. Динаміка туристичних потоків, осіб

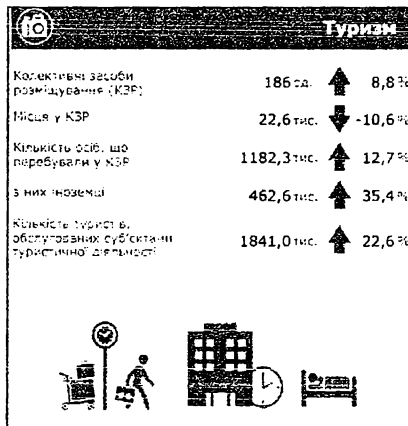
Завдяки зростанню числа внутрішніх туристів спостерігається позитивна динаміка в туристичному обслуговуванні в ряді регіонів України. Наприклад, на рис. 1.3, а представлена статистика туризму по Одеській області, на рис.1. 3, б – по м. Києву.



*Рис. 1.2. Динаміка структури туристів, що обслуговуються суб'єктами туристичної діяльності в Україні, осіб.*



a)



b)

*Рис. 1.3. Статистика туризму (<http://www.ukrstat.gov.ua>)*

Транспортна галузь має схожі риси з туризмом тим, що здатна успішно розвиватися тільки при ефективному управлінні суміжними галузями. Транспорт вирішує завдання щодо задоволення потреб за допомогою зміни географічного положення товарів і людей, а рівень розвитку транспортної інфраструктури та транспортна доступність туристського регіону визначає ступінь задоволеності туристів від відвідувань цього регіону, тому значення транспорту в туристичній системі постійно росте. І транспорт, і туризм мають певні загальні ознаки. Результатом роботи транспорту в сфері пасажирських перевезень є транспортна послуга по переміщенню пасажирів. Результатом роботи підприємств, що працюють в сфері туризму, є туристський продукт, який об'єднує кілька послуг. Для транспортних послуг у сфері пасажирських перевезень і туристичних послуг характерна нематеріальна форма, збіг у часі та просторі процесів виробництва і споживання, неможливість зберігання результатів, сезонність та ін.

Проте туризм, будучи міжгалузеву індустрією, залежить від розвитку багатьох інших галузей економіки. Але особливого впливу на розвиток туризму надає саме транспорт.

**Аналіз літературних джерел та постановка проблеми.** Сфера туризму є глобальною, тому конкуренція між країнами за свою частку цього ринку з кожним роком дедалі загострюється. При цьому для багатьох економік, що розвиваються, туризм – головне джерело надходжень іноземної валюти. Тому дослідження ринку туристичних послуг в Україні та прогнозування його розвитку є одним з основних завдань для визначення напрямів підвищення конкурентоспроможності вітчизняного туристичного сектору.

Дослідженню ринку туристичних послуг в Україні присвячено роботи багатьох вітчизняних вчених: М. Бондаренко [1], Л. Гонтаржевської [2], Т. Гусаковської [3], М. Джамана [4], Л. Дядечко [5], О. Любіцевої [6], Я. Олійника [7], Писаревського І.М. [10], Смирнова І.Г [11, 12] та інших. Але, незважаючи на таку кількість робіт, постійна зміна кон'юнктури цього ринку, вплив глобалізаційних процесів та відсутність достовірних джерел статистичної інформації потребують додаткового дослідження факторів, що впливають на розвиток ринку туристичних послуг в Україні.

Серед дисертаційних досліджень в яких розглядалися питання транспортного забезпечення туристичної галузі, можна відзначити роботи В.О. Анопрієнко [1], О.С. Карася [7], Д.О. Сугоняко [13]. Проте, слід зазначити описовий характер даних досліджень, в яких практично відсутня ідентифікація кількісних взаємозв'язків транспортної та туристичної галузей, характеристика та класифікація транспортних потоків в сфері туризму і т.п.

**Метою дослідження** є встановлення зв'язку між розвитком туристичної та транспортної галузей, а також визначення видів транспортного забезпечення туристичних центрів.

**Результати досліджень.** При дослідженні взаємозв'язку в системі «туризм-транспорт» зазвичай приділяють більше уваги ролі та значенню транспорту як вирішального фактору в розвитку туризму.

Транспорт існував як окрема галузь економіки до появи потреби в туризмі і перетворення її в соціальну потребу; транспорт може функціонувати окремо і незалежно від туризму, в той час як зворотне неможливо; туризм знаходиться в більш сильній залежності від належного стану та сталого функціонування транспортної системи, ніж пасажирський транспорт від туристичного розвитку.

У Законі України «Про туризм» визначено такі основні поняття, як «туризм» і «туристський продукт».

Туризм – це тимчасовий виїзд особи з місця проживання в оздоровчих, пізнавальних, професійно-ділових чи інших цілях без здійснення оплачуваної діяльності в місці, куди особа від'їжджає.

Туристичний продукт – попередньо розроблений комплекс туристичних послуг, який поєднує не менше чим дві такі послуги, що реалізуються або пропонуються для реалізації за визначеною ціною, до складу яких входять послуги перевезення, розміщення та інші туристичні послуги, що не пов'язані з перевезенням та розміщенням (послуги з організації відвідувань об'єктів культури, відпочинку та розваг, реалізації сувенірної продукції тощо).

Таким чином, транспортна послуга є невід'ємною складовою туризму і туристського продукту.

Разом з тим певні цілі та завдання транспорту і туризму мають суттєві відмінності. Отже, головним завданням пасажирського транспорту є задоволення населення в перевезеннях, а головним завданням туризму – надання населенню якісних туристичних продуктів і окремих туристичних послуг.

В системі транспортного забезпечення в туризмі розрізняють наступні напрямки, виділені за функціональним змістом [10]:

♦ туристичні перевезення – входять в основний комплекс туристичних послуг, що включаються в тур. Це доставка туристів від місця їх постійного проживання до місця призначення (або місця початку маршруту) і назад;

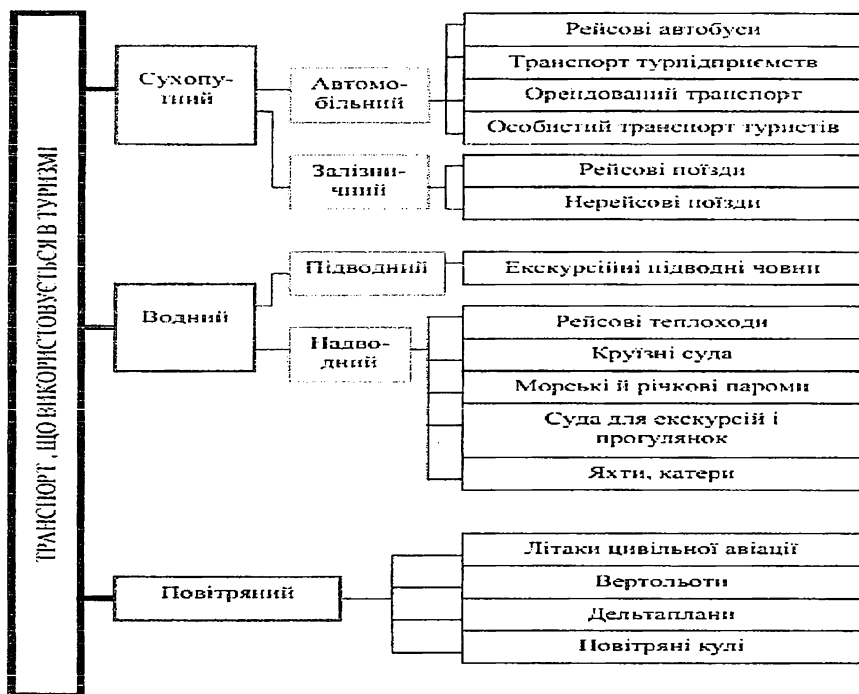
♦ трансфер – надання транспортних засобів для забезпечення зустрічі і проводів туристів;

♦ транспортне обслуговування програмних заходів по туру – екскурсійне обслуговування, виїзд на програмні заходи, відвідування околлиць, переміщення по маршруту.

Сьогодні стрімко зростає кількість людей, для яких щоденні ділові поїздки і подорожі стають нормою повсякденного життя. У більшості регіонів країни в перевезеннях пасажирів одночасно беруть участь декілька видів транспорту, а в ряді районів – й усі види. Найбільш мобільний вид транспорту – це автобус і легковий автомобіль. Вони

використовуються як на самостійному маршруті, так і у вигляді трансферного транспорту по доставці туристів з аеропорту (вокзалу) до готелю.

Рекомендована UNWTO схема класифікації транспорту, що використовується в туризмі, наведена на рис. 1. 4.



*Рис. 1.4. Класифікація транспорту в туризмі*

Близько 88 % від загального обсягу транспортного забезпечення туризму здійснюється авіаційним, автобусним та залізничним транспортом.

Згідно до [14], транспортна туристична подорож як правило, реалізується декількома видами транспорту: залізничний + автобусний (легковий автомобіль), авіаційний + автобусний тощо. Найбільш мобільний вид транспорту – автобуси і легкові автомобілі – використовується як на самостійному маршруті, так і у вигляді трансферного транспорту по доставці туристів з аеропорту (вокзалу) до готелю і назад.

Також транспортні подорожі розглядаються як самостійний вид туризму. Транспортні подорожі – це подорожі організованих груп туристів при наявності путівок (ваучерів) по розроблених маршрутах з використанням різних транспортних засобів. Вони класифікуються за низкою основних ознак:



- способу пересування на маршруті (залізничний, морський, автобусний, річковий, авіаційний, інші види, комбінований);
- виду використовуваного транспорту (поїзди, літаки, автобуси, теплоходи, пороми, яхти, човни, байдарки, плоты, підводні човни та інші плавзасоби, мотоцикли, велосипеди, повітряні кулі, дельтаплани);
- побудови траси маршруту (лінійна, кільцева, радіальна, комбінована);
- тривалості подорожі (короткочасні, типу «Уїкенд», багатоденні);
- сезонності (цілорічні, сезонні, разові).

Морські та річкові перевезення туристів, як правило, здійснюються у вигляді пасажирських перевезень, екскурсійних подорожей, подорожей на поромах і круїзів. Забезпечення морських і річкових перевезень здійснюється спеціальними компаніями (судноплавними, круїзними компаніями), які в переважній більшості випадків виступають в ролі туроператорів. Основним видом морських та річкових перевезень в туризмі є круїзи. Індустрія морських круїзів почала розвиватися на туристичному ринку на початку 1970-х рр. і продовжує розвиватися в даний час. Круїз – це унікальний туристичний продукт, який поєднує транспортування, проживання та відповідну програму.

На відміну від морських річкові круїзи менш схильні до впливу погоди, більш інформативні, так як мають береговий огляд. Наприклад Західна Європа має досить протяжну судноплавну мережу водних шляхів. Через її території протікають Сена, Ельба, Дунай, Рейн та інші річки. Всі вони з'єднані складною системою каналів, що дає можливість для зростання популярності річкових круїзних подорожей. Перше місце в річкових круїзах утримує Німеччина, далі йдуть Великобританія, Голландія, Швейцарія і Австрія. Найбільш популярні маршрути по Рейну і його притоках (Мозель, Майн, Неккар, Везер), а також великий попит мають річкові круїзи по Дунаю.

Одним з базових понять в сучасній літературі з туризму є поняття «туристичний центр» як об'єкт дослідження туризму в різних аспектах.

Туристичний центр – це територія, що володіє туристичними ресурсами і відповідною інфраструктурою (транспортні шляхи, готелі, ресторани) для обслуговування значних туристських контингентів [9].

Туристичний центр – місцевість, яка приваблює туристів в силу наявності специфічних рекреаційних ресурсів, зручностей транспортно-географічного положення та доступною для туриста інформацією про нього.

В туризмі розрізняють два типи географічного місця, які по-різному генерують туристську діяльність, – відправляючі та приймальні центри [11].

Відправляючий центр – такий географічний об'єкт, який акумулює потік туристів і направляє їх в інший туристичний центр, що має ресурси і пропозицію. Такий центр формується в розвиненому індустріальному

або постіндустріальному суспільстві з високим рівнем життя, економіка регіону випускає різноманітні за асортиментом споживчі товари у значних обсягах, населення має вільний час і можливість задоволення потреб.

Приймальний центр – це географічний об'єкт, що приймає й обслуговує значні туристичні потоки. Такий центр формується в індустріально розвиненому суспільстві з багатими природними ресурсами і розвинутою інфраструктурою або у країнах, які мають рекреаційні ресурси, і в яких туризм є джерелом доходів і відповідно економічного розвитку.

Функціонування туристичних центрів неможливо без відповідного транспортного забезпечення. При цьому транспортне забезпечення необхідно для функціонування туристичних центрів різного рівня, а, отже, виникає логічний взаємозв'язок категорій: туристичний центр, транспортне забезпечення, логістична концепція. Остання дозволяє забезпечити ефективне управління транспортними питаннями в рамках туристичного центру.

Саме в туристичному центрі виникає інтеграція різних видів транспортних і туристичних потоків, які формують транспортно-туристичні потоки. При цьому поряд з транспортно-туристичними існують пасажирські потоки, які виникають як результат внутрішнього переміщення жителів туристичного центру.

Таким чином, транспорт для туризму відіграє двояку роль:

- з одного боку, транспортні засоби здійснюють перевезення туристів як пасажирів до (з) туристичних центрів і забезпечують їх переміщення всередині туристичних центрів з наданням тільки послуг з перевезення;

- з іншого боку, транспортні засоби можуть бути невід'ємною частиною матеріальної бази для надання туристичного продукту, а іноді (як у випадку з круїзами) бути основною частиною такої бази.

У першому випадку, транспорт є пасажирським, у другому – туристичним.

Крім того, розвиток нових туристичних центрів і районів завжди призводить до вчинення організаційних змін в територіальному перерозподілі маршрутів пасажирського транспорту. Зростання туристопотоку викликало до життя застосування таких форм обслуговування, як комбіновані транспортні послуги за формулами «поїзд + автомобіль», «поїзд + автобус + судно», «літак + автомобіль», «судно + літак» та інших.

Таким чином, в сучасних умовах туризм не може обійтися без послуг пасажирського транспорту, а транспортні підприємства, що надають послуги з пасажирських перевезень, зацікавлені в активному розвитку туризму, оскільки саме туризм формує для них значні пасажиропотоки. Крім того, аналіз історії розвитку транспорту і туризму свідчить про те, що розширення можливостей транспорту в перевезеннях пасажирів сприяло розвитку туризму, а, в свою чергу, збільшення кількості подорожуючих та зростання вимог туристів до транспортних послуг стимулювало модернізацію транспортних засобів та розвиток транспортних систем

для забезпечення перевезень як всередині країн, так і в міжнародному сполученні. Таким чином, транспорт і туризм знаходяться в динамічному взаємозв'язку [15].

Взаємозв'язок між туристичним потоком і розвитком транспортної інфраструктури в регіоні має також і зворотний напрямок, коли розвиток туризму приводить до розвитку транспортної інфраструктури, що в кінцевому підсумку призводить до покращення економічних показників в регіоні, а значить і до зростання потенційної можливості його жителів здійснювати подорожі.

**Висновки.** Туристичні ресурси прив'язані до певних територій, тому їх популярність й використання визначається транспортною доступністю таких регіонів. Отже, туризм не може розглядатися поза його зв'язком з транспортною системою країни або регіону та ступеня інтеграції транспортної системи при забезпеченні туристичних перевезень. Згідно до цього перспективи розвитку інтегрованої транспортної системи доцільно розглядати з позицій існування у складі окремих регіонів України певних туристичних центрів. Розвиток туристичних центрів здатен зробити сприятливий вплив на туризм у цілому, гармонізувати структуру туристських пакетів і забезпечити задоволення споживчого попиту, сприяти розвитку нових форм туризму, забезпечити транспортну доступність нових туристських напрямів. Крім того, розвиток нових туристичних центрів і районів завжди призводить до вчинення організаційних змін в територіальному перерозподілі маршрутів пасажирського транспорту.

Таким чином, між розвитком туризму, транспорту та економіки в регіоні є складна пряма і непряма залежність і при певних умовах транспорт буде грати роль мультиплікатора, як для розвитку туризму, так і економіки в регіоні.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Анопрієнко В.О. Інфраструктурне забезпечення модернізації рекреаційного простору регіону: Автореф. дис... канд. екон. наук: 08.00.05. – 2012.
2. Бондаренко М.П. Туристичний сектор економіки України: реалії та перспективи / М.П. Бондаренко // Економіка і прогнозування. – 2011. – № 1. – С.104-119.
3. Гонтаржевська Л.І. Ринок туристичних послуг в Україні / Л.І. Гонтаржевська. – Донецьк: Східний видавничий дім, 2008. – 180 с.
4. Гусаковська Т.О. Розвиток ринку туристичних послуг в Україні / М.О. Джаман, Т.О. Гусаковська // Науковий вісник ВНЗ Укоопспілки «Полтавський університет економіки і торгівлі». Серія «Економічні науки». – Полтава: ПУЕТ, 2011. – № 5(50). – С.20-23.

5. Джаман М.О. Показники розвитку туристичної галузі України / М.О. Джаман, Т.М. Павленко // Часопис соціально-економічної географії: Міжрегіональний зб. наукових праць. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2009. – Вип. 7. – С.105-110.
6. Дядечко Л.П. Економіка туристичного бізнесу / Л.П. Дядечко. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 224 с.
7. Карась О.С. Розвиток транспортної інфраструктури України в умовах активізації міжнародного туризму: Автореф. дис... канд. екон. наук: 08.00.02. – 2013.
8. Любіцева О.О. Ринок туристичних послуг / О.О. Любіцева. – К.: Альтерпрес, 2006. – 436 с.
9. Олійник Я.Б. Теоретичні основи туризмології: Навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів / Я.Б. Олійник, А.В. Степаненко. – К.: Ніка-Центр, 2005. – 316 с.
10. Писаревський І.М., Погасій С.О., Андренко І.Б., Покогодна М.М., Сегеда І.В. Організація туризму: Підручник / За ред. І.М. Писаревського. – Харків: ХНАМГ, 2008. – 541 с.
11. Смирнов І.Г. Транспортна логістика: Навч. посібник для вузів / І.Г. Смирнов, Т.В. Косарева. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 224 с.
12. Смирнов І.Г. Логістика туризму: Навч. посібник / І.Г. Смирнов. – К.: Знання, 2009. – 444 с.
13. Сугоняко Д.О. Розвиток інноваційної взаємодії транспортних підприємств з суб'єктами туристичної сфери: Автореф. дис... канд. екон. наук: 08.00.04. – 2013.
14. <http://www.oturbiznese.ru/55.html>
15. <https://www.inter-nauka.com/uploads/public/15166190788305.pdf>

Стття надішла до редакції 10.04.2018

#### Рецензенти:

доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри «Управління логістичними системами і проектами» Одеського національного морського університету **І.О. Лапкіна**

кандидат технічних наук, доцент, ректор Інституту морегосподарства та підприємництва **О.В. Яценко**

УДК 656.022.6

**УРАХУВАННЯ МОЖЛИВОГО НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ВИРОБНИЧИХ  
ТА КОМЕРЦІЙНИХ ФАКТОРІВ В ПРОЦЕСАХ УПРАВЛІННЯ РОБОТОЮ СУДЕН**

**О.Д. Вишневська**

ст.викладач кафедри «Експлуатація флоту і технологія морських перевезень»

**Д.О. Вишневський**

к.т.н., доцент кафедри «Експлуатація флоту і технологія морських перевезень»

*Одеський національний морський університет*

***Анотація.** Визначено можливий негативний вплив на ефективність роботи суден, що працюють на умовах рейсового чартеру, системи факторів виробничої та комерційної природи. Для врахування можливого негативного впливу сукупності факторів на усереднений тайм-чартерний еквівалент в річному відрізку часу в процесах управління роботою суден було використано модифікований варіант усередненого тайм-чартерного еквіваленту. Встановлено, що вплив факторів ризику на результати виробничої діяльності судна є диференційованим і залежить від рівня розгляду проблеми – в межах річного проміжку часу або в межах конкретного рейсу. Визначено пріоритетність чинників ризику при плануванні на рівні рейсу і в рамках річного відрізка часу.*

***Ключові слова:** тайм-чартерний еквівалент, фактори ризику, послідовні рейси, фрахтовий контракт, фрахтові ставки, рейс, бункер, фрахтування, портові збори, вантажні перевезення.*

**УЧЕТ ВОЗМОЖНОГО НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И КОММЕРЧЕСКИХ ФАКТОРОВ  
В ПРОЦЕССАХ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ СУДОВ**

**О.Д. Вишневская**

ст.преподаватель кафедры «Эксплуатация флота и технология морских перевозок»

**Д.О. Вишневский**

к.т.н., доцент кафедры «Эксплуатация флота и технология морских перевозок»

*Одесский национальный морской университет*

***Аннотация.** Определено возможное негативное влияние на эффективность работы судов, работающих на условиях рейсового чартера, системы факторов производственной и коммерческой природы. Для учета возможного негативного влияния совокупности факторов на усредненный тайм-чартерный эквивалент в годовом отрезке времени в процессах управления работой судов, были использованы модифицированный вариант усредненного тайм-чартерного эквивалента. Установлено, что рассмотрение влияния факторов риска на результаты производственной деятельности судна является дифференцированным и зависит от уровня рассмотрения проблемы – в пределах годового промежутка времени или в пределах конкретного рейса.*

*Определена приоритетность факторов риска при планировании на уровне рейса и в рамках годового отрезка времени.*

*Ключевые слова: тайм-чартерный эквивалент, факторы риска, последовательные рейсы, фрахтовый контракт, фрахтовые ставки, рейс, бункер, фрахтование, портовые сборы, грузовые перевозки.*

УДС 656.022.6

ACCOUNTING OF POSSIBLE NEGATIVE IMPACT  
OF PRODUCTIONAL AND COMMERCIAL FACTORS  
IN PROCESSES OF VESSELS OF WORK MANAGEMENT

O.D. Vishnevskaya

Senior lecturer of the Department «Fleet Operation and Technology of Sea Transportation»

Д.О. Vishnevsky

Ph.D., Associate Professor

of the Department «Fleet Operation and Technology of Sea Transportation»

*Odessa National Maritime University*

*Abstract. The possible negative impact of a system of factors (of productional and commercial nature) on the efficiency of the vessels, operating within the terms of a voyage charter was determined. In order to take into account the possible negative impact of a combination of factors on the average time-charter equivalent in the annual time interval in the management processes of vessels, a modified version of the averaged time-charter equivalent was used. It is determined that the consideration of the influence of risk factors on the results of the ship's production activity (ship work) is differentiated and depends on the level of the problem's consideration – within an annual period or within a voyage. The priority of risk factors in planning at the voyage level and within the annual time interval is determined.*

*Keywords: time-charter equivalent, risk factors, consecutive voyages, contract of affreightment, freight rates, voyage, bunker, chartering, port charges, cargo carriages.*

**Вступ.** У ході розрахунку  $\overline{TЧЕ}$  передбачається, що судно рівномірно використовується на розглянутих схемах. На етапі річного планування досить складно оцінити яку частку свого часу судно буде обслуговувати той чи інший вантажопотік в регіоні, тому усереднений тайм-чартерний еквівалент і є інструментом оцінювання ефективності в цілому.

Тим не менш, можливі ситуації, коли при роботі судна будуть домінувати менш ефективні схеми (схеми, які передбачають захід у порти з високим рівнем портових зборів, або схеми, де присутні баластні ділянки і т.п.).

При встановленні підсумкової фрахтової ставки в процесі переговорів, судновласник орієнтується на рівень своїх експлуатаційних витрат. Але не завжди умови ринку в поточній виробничій ситуації дають

можливість судновласнику забезпечувати однаковий рівень прибутковості для різних схем роботи суден.

**Аналіз літератури.** Питанням ризиків в управлінні роботою суден у сучасній науковій літературі приділяють значну увагу. Сучасна теоретична база оцінки та врахування ризиків при прийнятті рішень бере початок з ризиків, пов'язаних з фінансовою та інвестиційною сферою. У подальшому дані ідею було адаптовано також і для інших сфер діяльності.

Так, різні варіанти організації роботи суден розглянуто у роботі [5]. У роботі [2] приділено увагу питанням організації та управління роботою суден послідовними рейсами, де вказано, що роботою флоту послідовними рейсами є така форма судноплавства, при якій судна протягом обговореного періоду часу працюють на перевезеннях масових вантажів між портами визначеного напрямку у встановленому просторово-часовому режимі. Питання перевезення по генеральному контракту розглянуто у [4], де також відмічається, що оскільки вантажну базу при роботі флоту послідовними рейсами становлять в основному масові вантажі, договорами морського перевезення таких вантажів на регулярній основі є довгострокові угоди – генеральні контракти. Однак на даний момент питання, що стосуються структури договорів, особливостей їх укладення залишаються відкритими. Так само і в практиці вітчизняного судноплавства організація роботи суден в рамках конкретного проміжку часу для перевезення конкретної кількості вантажів або здійснення конкретної кількості рейсів визначалася як перевезення по генеральному контракту. Комерційно-правову основу роботи суден в формі послідовних рейсів розглянуто у [6]. Специфіка ринкових ризиків досліджувалася у роботі [9]. Роботу суден на умовах фрахтового контракту досліджено у роботі [3]. Питанням експлуатації суден в обмежених районах плавання приділено увагу в роботі [1]. Оптимізаційні підходи в умовах інтервальної невизначеності приведені у роботах [7; 8].

**Мета статті.** Визначити можливий негативний вплив на ефективність роботи суден, що працюють на умовах рейсового чартеру, системи факторів виробничої та комерційної природи.

**Результати.** Цінністю тайм-чартерного еквіваленту є те, що він дозволяє в умовах невизначеності щодо структури вантажоперевезень оцінити усереднену ефективність роботи судна в регіоні в цілому.

Результат розрахунку  $\overline{TЧЕ}$  може слугувати базою для оцінки ефективності роботи судна в річному відрізку часу.

Відзначимо, що показник  $\overline{TЧЕ}$  є не тільки основою для оцінки підсумкової ефективності роботи судна, а й критерієм доцільності роботи судна на умовах рейсового чартеру

Для врахування можливого негативного впливу можини факторів на усереднений тайм-чартерний еквівалент в річному відрізку часу в про-

цесах управління роботою суден, пропонується використовувати модифікований варіант усередненого тайм-чартерного еквіваленту

$$\overline{TЧЕ}' = \frac{\sum_{i=1}^n TЧЕ'_i \cdot (t_i + \Delta t_i)}{\sum_{i=1}^n (t_i + \Delta t_i)}, \quad (1)$$

де  $\overline{TЧЕ}$  – усереднений тайм-чартерний еквівалент, що враховує вплив негативних факторів на роботу судна;

$\Delta t_i$  – можливе збільшення тривалості рейсу;

$TЧЕ'_i$  – тайм-чартерний еквівалент для  $i$ -ої схеми роботи, що враховує можливі негативні відхилення: фрахтових ставок, витрат на портові збори, витрат на бункер.

Обчислення цього показника здійснюється наступним чином:

$$TЧЕ'_i = \frac{(F_i - \Delta F_i) - (R_i^n + \Delta R_i^n + R_i^{\delta} + \Delta R_i^{\delta})}{t_i + \Delta t_i}, \quad (2)$$

де  $F_i$  – фрахт на  $i$ -й схемі;

$\Delta F_i$  – величина можливого відхилення фрахту (внаслідок зменшення ставок фрахту);

$R_i^n$  і  $\Delta R_i^n$  – відповідно, витрати на захід судна і величина їх можливого збільшення;

$R_i^{\delta}$  і  $\Delta R_i^{\delta}$  – аналогічно, витрати на бункер і величина їх можливого збільшення. Запропоновані підходи до оцінки даних відхилень розглянуті в розділі 3.

При розрахунку  $\overline{TЧЕ}$  можна враховувати період часу, в межах якого, наприклад, очікується зміна ставок фрахту. Такий підхід вимагає більшої кількості інформації про розвиток ринку, у порівнянні із зазначеними вище, але, як результат, дає більш адекватну оцінку перспектив роботи судна.

Таким чином, пропонується варіант модифікації формули усередненого тайм-чартерного еквіваленту, що враховує динаміку фрахтових ставок.

Як відомо, зменшення ставок фрахту на одному напрямку перевезень не завжди спостерігається на тлі зменшення ставок на інших напрямках, тому пропонується розраховувати  $\overline{TЧЕ}''$  – модифікований показник усередненого тайм-чартерного еквіваленту – на базі середньозважених



оцінок  $TЧЕ''_i$ , де в якості ваг виступають часові періоди з різним рівнем середніх значень фрахтових ставок.

$$\overline{TЧЕ''} = \frac{\sum_{i=1}^n TЧЕ''_i \cdot (t_i + \Delta t_i)}{\sum_{i=1}^n (t_i + \Delta t_i)}, \quad (3)$$

$TЧЕ''_i$ , що враховує динаміку ставок фрахту для конкретної схеми може бути розрахований як

$$TЧЕ''_i = \frac{\sum_{k=1}^{K_i} TЧЕ_{ik} \cdot T_k}{\sum_{k=1}^{K_i} T_k}, \quad (4)$$

де  $TЧЕ_{ik}$   $TЧЕ''_i$  тайм-чартерний еквівалент для  $i$ -ї схеми в період часу  $k = \overline{1, K_i}$ ;

$K_i$  – загальна кількість виділених часових періодів в динаміці ставок фрахту для  $i$ -ї схеми;

$T_k$  – тривалість  $k$ -го часового періоду. Відзначимо, що кількість виділених періодів може відрізнятися для кожної схеми, так як пов'язана зі специфікою певних вантажопотоків (перш за все, їх сезонністю).

Ідея урахування динаміки ставок фрахту при розрахунку усередненого тайм-чартерного еквіваленту представлена на рисунку.

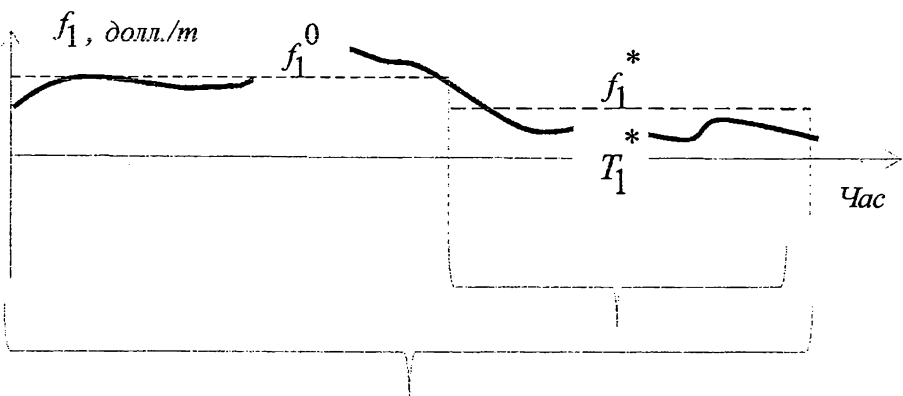


Рис. Ілюстрація ідеї урахування динаміки фрахтових ставок при розрахунку усередненого тайм-чартерного еквіваленту

Нехай  $T^*$  – період часу, в межах якого прогнозується зменшення ставок фрахту на  $l$ -й схемі з середнього рівня  $f_1^0$  до середнього рівня  $f_1^*$ . Середній рівень ставок  $f_1^*$  прогнозується протягом періоду  $T_1^*$ , відповідно середній рівень  $f_1^0$  очікується протягом  $T_e - T_1^*$ .

Таким чином, для даного прикладу (рис.1)

$$TЧЕ''_1 = \frac{TЧЕ_{11}(f_1^0) \cdot (T_e - T_1^*) + TЧЕ_{12}(f_1^*) \cdot T_1^*}{T_e}, \quad (5)$$

де  $TЧЕ''_1$  – значення тайм-чартерного еквіваленту для  $l$ -ої схеми роботи судна з урахуванням періодів змін фрахтових ставок;

$TЧЕ_{11}(f_1^0)$  – тайм-чартерний еквівалент при середньому рівні фрахтових ставок  $f_1^0$  в перший з виділених періодів часу;

$TЧЕ_{12}(f_1^*)$  – тайм-чартерний еквівалент при середньому рівні фрахтових ставок  $f_1^*$  у другому часовому періоді.

**Висновок.** При роботі суден в заданому регіоні в трамповій формі судноплавства на умовах рейсового чартеру судновласник має оцінити перспективну ефективність роботи суден. Базою для такої оцінки є усереднений тайм-чартерний еквівалент.

Для обліку можливого негативного впливу на ефективність роботи суден системи факторів виробничої та комерційної природи пропонується підхід заснований на урахуванні динаміки ставок фрахту і періодів їх різних значень, що таким чином враховує і сезонність вантажопотоків, і ринкові тенденції в цілому.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лапкін О.І. Визначення варіанту експлуатації суден обмежених районів плавання в регіоні Чорного та Середземного морів / О.І. Лапкін // Вісник Одеського національного морського університету: Зб. наук. праць. – Вип. 4(46). – Одеса: ОНМУ, 2015. – С. 86-97.
2. Лапкин А.И. Организация и управление работой флота последовательными рейсами: Монография / А.И. Лапкин. – Одесса, 2000. – 200 с.
3. Lars Gorton. Volume Contracts of Affreightment – Some Features and Principles. Stockholm Institute for Scandianvian Law. – 2010. – 91 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.scandinavianlaw.se/pdf/46-3.pdf>

4. *Виды фрахтования судов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://pointers.ru/frahtovanie\\_sudov.phtm](http://pointers.ru/frahtovanie_sudov.phtm)*
5. *Stephens K. Chartering terms [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.procargo.at/documents/ppg\\_chartering\\_terms.pdf](http://www.procargo.at/documents/ppg_chartering_terms.pdf)*
6. *Implied obligations in a contract of affreightment. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://catalogue.pearsoned.co.uk/assets/hip/gb/hip\\_gb\\_pearsonhighered/samplechapter/Wilson\\_CO\\_GBS\\_C02.pdf](https://catalogue.pearsoned.co.uk/assets/hip/gb/hip_gb_pearsonhighered/samplechapter/Wilson_CO_GBS_C02.pdf)*
7. *Левин В.И. Оптимизация в условиях интервальной неопределенности. Метод детерминизации / В.И. Левин // Автоматика и вычислительная техника. – 2012. – № 4. – С. 157-163.*
8. *Левин В.И. Упрощённый подход к оптимизации в условиях интервальной неопределённости / В.И. Левин // Вестник УлГТУ. – 2013. – № 2 (62). – С. 36-44.*
9. *Онищенко С. П. Специфика рыночных рисков и мероприятий по их снижению в современном судоходном бизнесе / С.П. Онищенко, Т.Н. Шутенко // Актуальні проблеми економіки. – № 2 (128). – 2012. – С. 85-98.*

*Стаття надійшла до редакції 25.05.2018 р.*

#### **Рецензенти:**

доктор економічних наук, професор кафедри «Експлуатація флоту і технологія морських перевезень» Одеського національного морського університету **С.П. Онищенко**

кандидат технічних наук, доцент, професор Національного університету «Одеська морська академія», професор кафедри «Морські перевезення» НУ «ОМА», академик Транспортної академії України, член Морського інституту Великобританії, капітан далекого плавання **І.М. Петров**

УДК 519.8

**ОСОБЛИВОСТІ  
ЛОКАЛЬНО-ОПТИМАЛЬНОЇ СТАБІЛІЗАЦІЇ НЕЛІНІЙНОЇ СИСТЕМИ**

**В.І. Нешерет**

к.ф.-м.н., доцент кафедри «Технічна кібернетика ім. професора Р.В.Меркта»

**Т.Д. Панченко**

ст.викладач кафедри «Технічна кібернетика ім. професора Р.В.Меркта»

**В.І. Стародуб**

ст.викладач кафедри «Технічна кібернетика ім. професора Р.В.Меркта»

*Одеський національний морський університет*

***Анотація.** Для стабілізації нелінійної системи пропонується локальний функціонал на основі функції Ляпунова. Для нього отримано локально-оптимальне управління. Формулюються умови, яким повинна задовольняти область допустимих управлінь. У формі теорем формулюються умови, при виконанні яких локально-оптимальне управління стабілізує початкову систему.*

***Ключові слова:** диференціальні рівняння, незбурений рух, стабілізація, локально-оптимальне управління, локальний функціонал, гіперплощина.*

**ОСОБЕННОСТИ  
ЛОКАЛЬНО-ОПТИМАЛЬНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ**

**В.И. Нешерет**

к.ф.-м.н., доцент кафедры «Техническая кибернетика им. профессора Р.В. Меркта»

**Т.Д. Панченко**

ст.преподаватель кафедры «Техническая кибернетика им. профессора Р.В. Меркта»

**В.И. Стародуб**

ст.преподаватель кафедры «Техническая кибернетика им. профессора Р.В. Меркта»

*Одесский национальный морской университет*

***Аннотация.** Для стабилизации нелинейной системы предлагается локальный функционал на основе функции Ляпунова. Для него получено локально-оптимальное управление. Формулируются условия, которым должно удовлетворять множество допустимых управлений. В форме теорем формулируются условия, при выполнении которых локально-оптимальное управление стабилизирует исходную систему.*

***Ключевые слова:** дифференциальные уравнения, невозмущённое движение, стабилизация, локально-оптимальное управление, локальный функционал, гиперплоскость.*

---

© Нешерет В.І., Панченко Т.Д., Стародуб В.І., 2018

УДК 519.8

## FEATURES OF LOCAL-OPTIMAL STABILIZATION NONLINEAR SYSTEM

V.I. Necheret

Ph. D. Associate Professor of department  
of «Technical Cybernetics named of the Professor R.V. Merkt»

T.D. Panchenko

senior lecturer of the department «Technical Cybernetics named of the Professor R.V. Merkt»

V.I. Starodub

senior lecturer of the department «Technical Cybernetics named of the Professor R.V. Merkt»

*Odessa National Maritime University*

***Abstract.** For stabilizing of the nonlinear system, a local functional is offered on the basis of function of Lyapunova. For him a local-optimum control is got. Conditions, which must satisfy the set of possible controls, are formulated. In the form of theorems formulated the conditions under which a locally optimal control stabilizes the initial system.*

***Keywords:** differential equations, unperturbed motion, stabilization, locally-optimal control, the local functional, hyperplane.*

**Вступ.** У задачах стабілізації програмних рухів представляє інтерес реалізація локально-оптимальних підходів у різних постановках. За їх допомогою можуть бути побудовані ефективні алгоритми обчислення управління у функції від фазових змінних системи.

У загальному вигляді методика застосування локально-оптимальних управлінь полягає в тому, що використовується критерій, який в кожен момент часу певним чином характеризує стан об'єкту, що описується системою диференціальних рівнянь. Управління потрібно вибирати так, щоб локальний функціонал максимально зменшувався на траєкторіях системи. Для цього необхідно мінімізувати його похідну в силу системи диференціальних рівнянь.

При реалізації цих ідей виникає ряд проблем – вибір структури локальних функціоналів, побудова похідної у вигляді явних функцій від управління в складних системах, рішення задач їх мінімізації в процесі інтегрування, урахування обмежень для фазових змінних і управлінь, урахування особливостей області допустимих управлінь і, нарешті, дослідження динаміки системи з таким управлінням.

Низку цих запитань вдається досліджувати для лінійних систем. Надзвичайно складно зробити це в нелінійній постановці.

У данній статті приділяється увага вивченню особливостей області допустимих управлінь в задачі локально-оптимальної стабілізації нелінійних систем. Також сформульован деяке загальне ствердження щодо локально-оптимальної стабілізації програмної множинності більш загального вигляду.

**Постановка задачі.** Нехай диференціальні рівняння

$$\dot{x} = F(x) \tag{1}$$

описують збурений рух і допускають несбурений рух  $x = 0$ . Припустимо, що праві частини їх безперервні по усіх змінних в деякій однозв'язній замкнутій кінцевій області  $X$  фазового простору  $R^N$ , що містить початок координат і його околицю. У відповідній керованій системі

$$\dot{x} = F(x) + C(x)u \tag{2}$$

елементи функціональної  $(N \times K)$  – мірній матриці  $C(x)$  також безперервні, а її стовпці  $C_s(x)$ ,  $s = 1, 2, \dots, K$ , лінійно незалежні в  $X$ .

Задача стабілізації несбуреного руху системи (2) за допомогою управління  $u^*(x)$ , оптимального по відношенню до локального функціонала, пов'язана передусім з проблемою вибору такого функціонала, яка аналогічна питанню про побудову функції Ляпунова для аналізу стійкості системи (1). Тим складніше вказане завдання при обмеженнях на управління. Тому для загального вигляду рівнянь (2) немає конструктивних результатів в такій задачі.

1. Не торкаючись звичайних труднощів побудови функції Ляпунова, розглянемо специфічні особливості дослідження систем з локальними функціоналами. Для цього достатньо обмежитися наступною задачею.

Припустимо, що система (1) стійка і нам відома функція Ляпунова  $V(x)$ , визначено позитивна і така, що безперервно диференціюється в  $X$ , а її похідна  $\dot{V} = \psi(x)$  знакопостійна негативна в  $X$  на траєкторіях системи (1). Запишемо її похідну в силу (2)

$$\dot{V} = \psi(x) + h(x)u, \tag{3}$$

$$\psi = \frac{\partial V}{\partial x} F(x) \leq 0, \quad h = \frac{\partial V}{\partial x} C(x) - \text{функціональний вектор-рядок } (1 \times K).$$

Управління, оптимальне по відношенню до локального функціонала

$$\hat{O} = V(x) + \rho \int_0^t u' u dt \tag{4}$$

при  $\rho \neq 0$  має вигляд

$$u^* = -\frac{1}{2\rho} h'(x) \tag{5}$$

і називається локально-оптимальним. Зубов В.І. [1] називає подібні управління оптимальними по відношенню до демпфування (4).

Похідна  $\dot{V}(x, u^*)$  з таким управлінням негативна при  $h(x) \neq 0$ , тобто в усіх точках  $X$ , окрім може бути  $(N - K)$  – мірної множинності (рос. – многообразия)

$$\bar{H} = \{x : h(x) = 0, x \in X\}.$$

Якщо ця множинність, а точніше множина

$$\bar{H} \cap \Psi, \Psi = \{x : \psi(x) = 0, x \in X\},$$

не містить цілих траєкторій системи (1), окрім  $x = 0$ , то управління (4) стабілізує систему (2) в  $X$ . Докладніше ці питання для задачі стабілізації програмної множинності в лінійній постановці розглядалися в [2; 3].

Аналогічне твердження має місце у тому випадку, коли  $u^* \in U$ . Якщо (5) не належить  $U$ , оптимальне управління визначається за умовою

$$\hat{O}(x, u) - \frac{\inf_{u \in U}}{u \in U} \quad (6)$$

і належить межі  $U$ .

**Визначення 1.** Будемо говорити, що множина допустимих управлінь  $U$  належить класу  $U_I$ , або  $U \in U_I$ , якщо  $U$  це замкнута, обмежена, опукла область в  $R^K$  і виконується одна з умов:

а)  $u = 0$  – внутрішня точка  $U$ ;

б) точка  $u=0$  належить межі області  $\hat{U}$ , і в околиці цієї точки  $\hat{U}$  є гладка гіперповерхня.

Наприклад, множина

$$U = \{u_1, u_2 : u_s \leq \bar{u}, s = 1, 2, u_1^2 + u_2^2 + 2(u_1 + u_2)\bar{u} \leq 0, \bar{u} > 0\}$$

задовольняє умові (б).

Зупинимося на тих особливостях, які має рішення задачі, якщо виконується умова (б), тобто  $u = 0$  – гранична точка  $U$ . В цьому випадку можливо  $u^* = 0$  не лише при  $x \in H$ , але і на деякій множині  $\hat{H}$ , яку можна визначити наступним чином.

У  $R^K$  через точку  $u = 0$  може бути проведена опорна до  $U$  гіперплощина, що визначена умовою  $\beta'u = 0, u \in R^K$ .  $\hat{H}$  є множина значень  $x \in X$ , при яких вектор  $h(x)$  співпадає по напрямку з вектором  $\beta$  внутрішньої нормалі до  $U$  в точці  $u = 0$ . У просторі змінних  $h_s, s = 1, 2, \dots, K$ , цей напрям задається умовами

$$\frac{h_1}{\beta_1} = \frac{h_2}{\beta_2} = \dots = \frac{h_K}{\beta_K} > 0. \quad (7)$$

Отже, множина

$$\hat{H} = \{x : \hat{h}(x) = 0, x \in X\},$$

де  $\hat{h}(x)$  –  $(K-1)$ -мірний вектор з компонентами

$$\hat{h}_s(x) = \frac{1}{\beta_s} h_s(x) - \frac{1}{\beta_{s+1}} h_{s+1}(x),$$

причому  $\text{sign } h_s = \text{sign } \beta_s, s = 1, 2, \dots, K-1$ .

По аналогії з  $h_s$  можна написати

$$\hat{h}_s = \frac{\partial V}{\partial x} \hat{C}_s, \quad \hat{C}_s = \frac{1}{\beta_s} C_s - \frac{1}{\beta_{s+1}} C_{s+1}, \quad s = 1, 2, \dots, K-1. \quad (8)$$

Видно, що при  $x \in \bar{H}$ , тобто  $h(x) = 0$ , буде  $x \in \hat{H}$ , тому  $\bar{H} \subset \hat{H}$ .

Наприклад, при  $N=3, K=2$  крива  $\bar{H}$  лежить на поверхні  $\hat{H}$ .

**Теорема 1.** Нехай виконуються умови:

а) існує функція  $V(x)$ , визначено позитивна і така, що безперервно диференціюється в  $X$ , така, що її похідна  $\dot{V} = \psi(x)$  в силу системи (1) знакопостійна негативна;

б) множина допустимих управлінь  $U$  належить класу  $U_1$ , або  $U \in U_1$ ;

в) якщо  $U \in U_1$  в силу умови (а) визначення 1, то множина  $\hat{H} \cap \Psi$  не містить цілих траєкторій системи (1), окрім  $x = 0$ ;

г) якщо  $U \in U_1$  в силу умови (б) визначення 1, то множина  $H \cap \Psi$  не містить цілих траєкторій системи (1), окрім  $x = 0$ .

Тоді управління  $u^*$ , оптимальне по відношенню до локального функціонала (4), стабілізує систему (2) в  $X$  при  $u^* \in U$ .

2. Розглянемо особливості управління, оптимального по відношенню до критерію (4), якщо прийняти в ньому  $\rho = 0$ , тобто без добавки, що регуляризує функціонал (4). Очевидно, що в отриманих вище рішеннях цього не можна зробити, оскільки вони мають форму (5). Це управління отримане з умови мінімуму квадратичної по  $u$  функції  $\hat{O}(x, u)$ . Тому оптимальне управління при  $\rho \neq 0$  може набувати значень як у середині  $U$ , так і на межі цієї області – якщо (5) не належить  $U$ . Саме  $U$  може і не бути обмеженим.



Якщо  $\rho = 0$ , похідна  $\hat{O} = \dot{V}(x, u)$  – лінійна по управлінню форма для рівняння виду (2). Її найменше значення досягається на межі замкнутої області  $U$ . При  $\rho \neq 0$ , якщо (5) не належить  $U$ , то оптимальне рішення знаходиться в точці дотику еліпсоїда і зовнішньої межі  $U$ . Ця точка єдина, якщо  $U$  опукло. При  $\rho = 0$  рішенням задачі завжди буде точка дотику площини (ортогональної до вектору  $h(x)$ ) і межі  $U$ . Тут рішення єдине, якщо  $U$  строго опукло.

Оскільки при  $\rho = 0$  локально-оптимальне управління в системі (2) належить межі  $U$ , то це рішення дозволяє більш повно використати ресурс управління, чим (5). Крім того, визначати на межі  $U$  найменше значення лінійної форми в загальному випадку легше, ніж квадратичної. Але коли при наближенні точки до положення рівноваги управління (5) стає внутрішньою точкою  $U$ , таке рішення незрівнянно простіше, ніж при  $\rho = 0$ . Це управління і фізично природніше, оскільки прагне до нуля при  $x \rightarrow 0$ . Перехід до управління (5), тобто до значення  $\rho > 0$  у функціоналі (4) можна здійснювати по-різному, наприклад, по умові досягнення межі околиці  $X_\nu$  несбуреного руху. Тут цю область зручно задати умовою  $V(x) \leq \delta, \delta > 0$ . Значення  $\delta$  можна погоджувати з величиною (чи навпаки), «потужністю» управління  $U$ , видом області початкових значень та іншими міркуваннями.

Управління (5) має ще ту особливість, що унеможливорює виникнення ковзаючого режиму [3]. Втім, він можливий на тій частині  $H$ , що містить точку  $x=0$ , яка задовольняє необхідній умові виникнення ковзаючого режиму  $u^y(x) \in U$  [4]. Тут  $u^y$  визначається з рівняння  $\dot{h}(x, u) = 0$ , де  $\dot{h}' = H(x) + \Pi(x)u$  похідна в силу (2). Множину значень  $x$ , що задовольняють умові  $u^y(x) \in U$ , позначимо  $U^x$ . Таким чином, прийматимемо  $\rho > 0$  у функціоналі при досягненні області  $\tilde{\Gamma}$ , що об'єднує  $X_\nu$  і  $U^x \cap \bar{H}$ . Відмітимо, що при  $\rho \rightarrow 0$  (5), а точніше значення, що відповідає йому, на межі  $U$  прагне до рішення задачі при  $\rho = 0$ .

Додатково до вказаних раніше умов безперервності  $F(x)$ ,  $C(x)$  зажадаємо, щоб елементи матриці  $C(x)$  були функціями, що безперервно диференціюються в  $X$ .

**Теорема 2.** Нехай виконуються наступні умови:

а) існує визначено позитивна функція  $V(x)$ , що двічі безперервно диференціюється, похідна якої в силу (1)  $\dot{V} = \psi(x)$  неопозитивна в  $X$ ;

б) область допустимих управлінь  $U$  строго опукла, обмежена, замкнута, а  $u=0$  – внутрішня точка  $U$ ;

в) функціональна матриця

$$\Pi = C' \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} C + C' \left( \frac{\partial C}{\partial x} \frac{\partial V}{\partial x} \right) \quad (9)$$

невироджена на  $\bar{H} = \{x : h = \frac{\partial V}{\partial x} C = 0, \quad x \in X\}$ ;

г)  $\rho = 0$  при  $x \notin \tilde{\Gamma}$ ,

$$\tilde{\Gamma} = X_\nu \cup (\bar{H} \cap U^X), \quad X_\nu = \{x : V(x) \leq \delta, x \in X\},$$

$$U^X = \{x : u^{\dot{}}(x) \in U, x \in X\}, \quad u^{\dot{}} = -\Pi^{-1}H, \quad H = \frac{\partial C'}{\partial x} F \frac{\partial V}{\partial x} + C' \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} F; \quad (10)$$

д)  $\rho > 0$ ; при  $x \in \tilde{\Gamma}$ ;

е) множина  $\tilde{\Gamma} \cap \Psi$  не містить цілих траєкторій системи (1), окрім  $x=0$ .

Тоді управління, оптимальне по відношенню до демпфування критерію (4), стабілізує систему (2) в  $X$ .

Можливі різні узагальнення або послаблення приведених умов, але вони можуть потребувати більш громіздких формулювань.

Так,  $u = 0$  не обов'язково має бути внутрішньою точкою  $U$ . Це можна врахувати як зроблено у визначенні і умові (г) теореми 1. Якщо  $C$  постійна матриця і  $V(x)$  квадратична форма, умова (в) теореми 2 виконана.

Якщо управління належить межі області  $U$ , то лінійну систему можна розглядати як нелінійну. Проілюструємо на прикладі системи  $\dot{x} = Ax + Cu$  з функцією  $V = x'Tx > 0$  деякі умови теореми 2. В цьому випадку умова (в), як вказувалося, виконуються автоматично.

Розглянемо множинність  $U_0$ , визначену умовою  $u^{\dot{}}(x) = 0$ , де  $u^{\dot{}} = \Lambda x$ ,  $\Lambda = -(CTC')^{-1}C'TA$ . Це перетин  $K$  гіперплощин  $\Lambda x = 0$ . Множину  $U^X$  можна розглядати як циліндр в  $X$ , усі точки якого віддалені від «осі»  $U_0$  на таку ж відстань, як граничні точки  $U$  від  $u=0$  з урахуванням перетворення  $\Lambda x$ . Перетин  $\bar{H} \cap U^X$  цього циліндра з  $\bar{H}$  виділяє на  $\bar{H}$  область, що містить  $x=0$ . Наприклад, при  $N=3, K=2$  це відрізок прямої  $\bar{H}$ .

Якщо множинність  $\bar{H} \cap U_0$  визначається рівняннями  $C'Tx = 0, \Lambda x = 0$ , є точка  $x = 0$ , тобто якщо  $rank \{TC, \Lambda\} = N$  ( $2K \geq N$ ), то  $\bar{H} \cap U^X$  обмежена замкнута множина. Тоді постійну  $\delta$  можна виби-

рати так, щоб було  $\bar{H} \cap U^X \subset X_V$ , тобто  $\tilde{\Gamma} = X_V$ , або, навпаки, по  $\delta$  визначити значення  $\rho$ . При обмеженні на управління у вигляді еліпсоїда можна використати методику, аналогічну запропонованій в [2; 5].

3. Вище розглядалися умови локально-оптимальної стабілізації системи відносно несбуреного руху  $x=0$ . Якщо говорити про можливо краще наближення до програми, то управління слід вибирати так, щоб форма  $hu$  в похідній (3) від локального критерія була мінімальною. При цьому вона може і не бути завжди негативною в довільній області  $U$ , а програма, в силу обмеженості ресурсу управління, може не бути асимптотично стійкою.

Сформулюємо більш загальний результат для стабілізації відносно програмного руху  $\Omega$ . Слід говорити про мінімізацію похідної від деякого локального функціонала  $\tilde{O}(\omega, \delta)$ , який характеризує відстань до програми  $\Omega$ . В якості такої програми розглядатимемо перетин гіперповерхонь

$$\omega(x) = 0, \dim \omega = K, \quad (11)$$

на траєкторіях системи

$$\dot{x} = F(x, u), \quad x \in X, \quad \dim x = N. \quad (12)$$

Припускаємо, що їх праві частини безперервні по усіх змінних в деякій однозв'язній замкнутій кінцевій області  $X$  фазового простору

У відповідності до робіт В.І. Зубова [1] і статті [6] про незбурений рух системи диференціальних рівнянь можна сформулювати наступну теорему для задачі програмного руху (11), (12).

*Теорема 3.*

Якщо в кожній точці  $x \in X$  для довільної константи  $a$  існує така функція часу  $b(t)$ , що виконується в силу системи (12) умова

$$\inf_{u \in U} \frac{d}{dt} \Phi(\omega, x, u) = b(t) \quad (13)$$

при

$$\Phi(\omega, x) = a, \quad (14)$$

де  $\Phi(\omega, x)$  – функція, безперервна з частковими похідними по усіх змінних, то управління  $u^*$ , яке мінімізує в кожній точці  $x \in X$  швидкість зміни функції  $\Phi(\omega, x)$ , зменшує  $\Phi(\omega, x)$  максимальним чином.

*Доказ*

Позначимо  $x^*(t)$  через фазову траєкторію, що відповідає управлінню  $u^*(t)$ , яке мінімізує швидкість зміни функції  $\Phi(\omega, x)$ , а через,  $\omega^*(t)$  – значення  $\omega(x^*)$ . Для простоти викладу будемо означати через  $\Phi(t)$  значення  $\Phi(\omega(x, t), x(t))$ , через  $\Phi^*(t)$  – значення  $\Phi(\omega(x^*, t), x^*(t))$ .

Припустимо, що в якийсь момент часу має місце співвідношення

$$\Phi^*(t) > \Phi(t). \quad (15)$$

Оскільки в початковий момент  $t_0$

$$\Phi^*(t_0) = \Phi(t_0), \quad (16)$$

то з умови (13), справедливої вже в початковій точці  $t_0$ , і умови (15) в силу безперервності функції  $\Phi^*(t)$  витікає, що існує таке  $t_1 \in (t_0, t)$ , що

$$\begin{aligned} \Phi^*(t_1) &= \Phi(t_1) \\ \Phi^*(t_1 + dt) &> \Phi(t_1 + dt) \end{aligned}, \quad (17)$$

тобто

$$\Phi^*(t_1) + \frac{d\Phi^*}{dt}(t_1)dt + o_1(dt) > \Phi(t_1) + \frac{d\Phi}{dt}(t_1)dt + o_2(dt), \quad (18)$$

де  $o_1(dt), o_2(dt)$  – нескінченно малі вищого порядку малості в порівнянні з  $dt$ .

Із співвідношень (17), (18), переходячи до межі при  $dt \rightarrow 0$ , отримуємо

$$\frac{d\Phi^*}{dt}(t_1) > \frac{d\Phi}{dt}(t_1). \quad (19)$$

Припустимо  $\Phi^*(t_1) = a$ . Тоді із співвідношень (17), (19) в силу умов (13), (14) отримуємо, що

$$\begin{aligned} \frac{d\Phi}{dt}(t_1) &< \frac{d\Phi^*}{dt}(t_1) = \inf_{u \in U} \frac{d\Phi}{dt}(\omega^*(t_1), x^*(t_1), u(t_1)) = \\ &= b(t_1) = \inf_{u \in U} \frac{d\Phi}{dt}(\omega(t_1), x(t_1), u(t_1)). \end{aligned}$$

Отримана тут суперечність показує хибність зробленого припущення (15).

Таким чином, для будь-якого  $t > t_0$  маємо  $\Phi^*(t) < \Phi(t)$ , де  $\Phi(t) = \Phi(\omega(x, t), x(t))$  за будь-яких управліннях, що й потрібно було довести.

**Зуваження.** Згідно із співвідношеннями (13), (14), якщо  $b = b(\Phi(\omega, x))$  для будь-якого  $x \in X$ , то теорема зберігає свою силу.

**Наслідок.** Якщо функція  $\Phi(\omega, x)$ , що задовольняє умовам теореми, визначено позитивна по  $\omega$  в  $X$ , і управління  $u^*$ , яке мінімізує швидкість зміни  $\Phi(\omega, x)$ , переводить систему (12) із  $x(t_0) \in X$  в  $x \in \Omega$ , то  $u^*$  – управління оптимальне за швидкодією. Це твердження слідує з теореми і того факту, що із знаковизначеності  $\Phi(\omega, x)$  по  $\omega$  випливає, що існує така визначено позитивна функція  $\bar{\Phi}(\omega)$ ,  $\bar{\Phi}(0) = 0$ , що  $\Phi(\omega, x) \leq \bar{\Phi}(\omega)$  при  $x \in X$ , а для  $\bar{\Phi}(\omega)$  в  $X$  існує таке число  $c > 0$ , що всі поверхні рівня  $\bar{\Phi}(\omega) = b$ , де  $|b| < c$ , є замкнутими відносно  $\omega = 0$ .

Розглянемо дві задачі для прикладу.

Задачу програмного руху назвемо задачею з інваріантною нормою програми  $\omega = 0$ , якщо виконується умова

$$\omega' \varphi = 0, \quad (20)$$

де  $\varphi = \frac{d\omega}{dx} F(x)$  – похідна в силу системи

$$\dot{x} = F(x). \quad (21)$$

З урахуванням умови (20) похідна від локального функціонала  $\Phi = \frac{1}{2} \omega' \omega$  на траєкторіях керованої системи

$$\dot{x} = F(x) + C(x)u \quad (22)$$

має вигляд

$$\frac{d\Phi}{dt} = \omega' Lu, \quad L = \frac{d\omega}{dx} C. \quad (23)$$

Нехай управління обмежене умовою

$$\|u\| \leq \bar{u}. \quad (24)$$

Тоді потрібне управління дорівнює

$$u^* = -\bar{u} \frac{L' \omega}{\|L' \omega\|}. \quad (25)$$

Умова (13) теореми 3 має тут вигляд

$$\inf_{u \in U} \frac{d\Phi}{dt} = -\bar{u}.$$

Можна зробити висновок, що управління (24) оптимальне по швидкодії.

В якості другого прикладу розглянемо задачу програмного руху, що допускає перший інтеграл

$$\Phi(\omega, x) = g, \quad (26)$$

у якому  $\Phi(\omega, x)$  - визначено позитивна по  $\omega$  функція, що безперервно диференціюється. Для того, щоб для системи (21) існував інтеграл (26), необхідно і достатньо, щоб функція  $F(x)$  задовольняла умові

$$\frac{d\Phi}{dx} F(x) = 0, \quad (27)$$

де 
$$\frac{d\Phi}{dx} = \frac{\partial \Phi}{\partial x} + \frac{\partial \Phi}{\partial \omega} \frac{\partial \omega}{\partial x}.$$

По аналогії з А.М. Летовим [7], який розглядав задачу про незбурений рух, можна задачу програмного руху, що задовольняє умові (27), назвати задачею з інтегральним інваріантом програми.

З урахуванням умови (27) запишемо похідну в силу (22)  $\dot{\Phi} = \frac{d\Phi}{dx} C u$ . Цей вираз аналогічний (23), тому справедливі усі результати для задачі з інваріантною нормою програми.

Зокрема, при обмеженнях (24) маємо

$$u^* = \bar{u} \frac{\left( \frac{d\Phi}{dx} C \right)'}{\left\| \frac{d\Phi}{dx} C \right\|}, \quad (28)$$

і умова (13) теореми набирає вигляду  $\inf_{u \in U} \frac{d\Phi}{dx} = -\bar{u} \left\| \frac{d\Phi}{dx} C \right\|$ .

Отже, якщо  $\left\| \frac{d\Phi}{dt} \right\| = \text{const}$  або є деякою функцією часу, то управління (28) буде оптимальним по швидкодії.

Аналогічний висновок А.М. Летов [7] отримав для задачі з  $\omega \equiv x$ , використовуючи ідеї динамічного програмування.

**Висновки.** У статті досліджені особливості локально-оптимальної стабілізації нелінійних систем для локального функціонала, що містить добавку з управлінням, яка регуляризує задачу, так і без неї. Основна увага приділена вимогам до області допустимих управлінь. Результати сформульовані у вигляді двох теорем. Розглянута також задача локально-оптимальної стабілізації програмної множини в більш загальній постановці.

Застосування локально-оптимальних управлінь дозволило отримати добрі результати для ряду складних технічних систем – літальних апаратів, електроенергетичних систем [8; 9].

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Зубов В.И. Динамика управляемых систем.* – М.: Высшая школа, 1982. – 288 с.
2. *Неццет В.И. Об инвариантных многообразиях в задаче локально-оптимального управления // Вісник Одеського національного морського університету.* – Вып. 2 (38). – Одесса, 2013. – С. 171-182.
3. *Неццет В.И. Стабилизация неинвариантного многообразия в скользящем режиме при использовании локально-оптимального управления // Вестник Одесского национального морского университета.* – Вып. 18. – Одесса, 2005. – С. 198-206.
4. *Уткин В.И. Скользящие режимы и их применение в системах с переменной структурой.* – М.: Наука, 1974. – 272 с.
5. *Кунцевич В.М., Лычак М.М. Синтез систем автоматического управления с помощью функций Ляпунова.* – М.: Наука, 1977. – 400 с.

6. Костюк В.И., Павлов А.А., Сбитнев В.И. Применение функций Ляпунова для построения оптимального по быстродействию управления // Автоматика. – К., 1974. – № 5. – С. 20-24.
7. Летов А.М. Динамика полёта и управление. – М.: Наука, 1969. – 346 с.
8. Нещерет В.И. Локально-оптимальная стабилизация углового движения летательного аппарата // Проблемы техники: Науково-виробничий журнал. – Одеса, 2012. – № 3. – С. 36-41.
9. Neshcheret V.I. Locally optimal stabilization of energy systems // Сборник научных трудов «SWorld». – Вып. 1. – Т. 10. Технические науки. – Иваново: Маркова АД, 2014. – С. 83-90.

Стаття надійшла до редакції 25.05.2018

#### Рецензенти:

доктор технічних наук, професор, віце-президент Асоціації українського сейсмостійкого будівництва **К.В. Єгупов**

кандидат технічних наук, доцент кафедри «Технічна кібернетика ім. проф. Р.В. Меркга» Одеського національного морського університету **І.Г. Бугаєва**



УДК 629.5:02.002.8

**УКРАИНА – РЕЦИКЛИНГ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ  
КАК ЧАСТЬ УТИЛИЗАЦИИ МОРСКИХ СУДОВ**

**Л.В. Пизинцали**

к.т.н., доцент кафедры «Техническое обслуживание и ремонт судов»

**Н.И. Александровская**

к.т.н., доцент кафедры «Техническое обслуживание и ремонт судов»

*Одесский национальный морской университет*

*Аннотация. В статье проведен анализ рециклинга черных металлов, применяемых при строительстве морских судов. Показана значимость вторичного сырья, полученного при утилизации морских судов для развития металлургической промышленности Украины.*

*Ключевые слова: Украина, рециклинг, утилизация судов, судно, лом, черные металлы*

**УКРАЇНА – РЕЦИКЛІНГ ЧОРНИХ МЕТАЛІВ  
ЯК ЧАСТИНА УТИЛІЗАЦІЇ МОРСЬКИХ СУДЕН**

**Л.В. Пізінцалі**

к.т.н., доцент кафедри «Технічне обслуговування і ремонт суден»

**Н.І. Александровська**

к.т.н., доцент кафедри «Технічне обслуговування і ремонт суден»

*Одеський національний морський університет*

*Анотація. У статті проведено аналіз рециклінгу чорних металів, що застосовуються при будівництві морських суден. Показана значимість вторинної сировини, отриманої при утилізації морських суден для розвитку металургійної промисловості України.*

*Ключові слова: Україна, рециклинг, утилізація суден, судно, лом, чорні метали.*

**UKRAINE – RECYCLING OF FERROUS METALS  
AS A PART OF MARINE SHIPS UTILIZATION**

**Pizintsali L.**

Ph.D., associate professor of the department «Maintenance and repair of ships»

**Aleksandrovska N.**

Ph.D., associate professor of the department «Maintenance and repair of ships»

*Odessa National Maritime University*

*Abstract. The article analyzes the recycling of ferrous metals used in the construction of sea-going vessels. The importance of secondary raw materials, obtained during the utilization of sea-going vessels for the development of the metallurgical industry of Ukraine, is shown.*

*Keywords: Ukraine, recycling, ship recycling, ship, scrap, ferrous and non-ferrous metals.*

**Постановка проблеми.** Потребности черной металлургии Украины сегодня в полной мере не решит только за счет поставок сырья для производства черных металлов. Как показывает мировой опыт, экономически эффективным и экологически безопасным является развитие металлургического производства на основе вторичного сырья (рециклинг металла).

**Анализ последних исследований и публикаций по этой проблеме.** Среди основных направлений решения проблем, возникающих при утилизации морских судов, могут быть выделены:

– Проблемы развития утилизации (рециклинга металлов) морского транспорта [1-5]. В частности, в работе [1] показана динамика роста флота за 2000-2016 гг., распределение заказов по странам, цены постройки судов; в работе [2] рассмотрены вопросы, связанные с проблемой утилизации морского транспорта, предпосылки создания утилизационного предприятия, а также вопросы влияния лома на современное производство металлов; в работе [3] проведен анализ состояния законодательного, организационного и технологического уровней утилизации судов в Украине, определены перспективы развития предприятия на базе имеющихся судостроительных и судоремонтных заводов юга Украины; автором [4] разработана современная методика проведения перспективного анализа финансово-хозяйственной деятельности предприятия-утилизатора; в работе [5] указано на важность проблемы, связанной с управлением отходами производства. Концепция системы управления отходами включает в себя разработку комплекса мероприятий, направленных на повышение технического уровня переработки отходов посредством создания предприятий, деятельность которых направлена на использование в своем производстве вторичных ресурсов.

– Вопросы необходимости и значения рециклинга металлов рассмотрены в работах [6-9]. В частности, в работе [6] отмечено, что количество первичных ресурсов необходимых для производства металлов, ограничено, получение из металлолома вторичных материалов – реальная необходимость для дальнейшего развития экономики, а автором [7] показана динамика расхода лома металлургии в Украине, странах ЭС, США; в работе [8] обращено особое внимание на остроту проблемы рециклинга отходов производства, поиска новых научно-технических и организационно-экономических, законодательных решений в этой сфере.

– Вопросы экономической обоснованности рециркуляции [10; 11]. В частности в работе [10] указано, что рециркуляция является хорошей политикой только в том случае, если воздействие на окружающую среду и ресурсы, используемые для сбора и переработки материала, меньше, чем воздействие на окружающую среду и ресурсы, необходимые для обеспечения девственного материала; в работе [11] показаны потенциальные энергетические преимущества, полученные из интегрированной системы качества окружающей среды и качественных преимуществ с использованием сертификатов ISO 9000 и 14000.

– Вопросы применения современных, экологически безопасных технологий утилизации судов рассмотрены в работах [12-15]. В частности, в работе [12] предложена модель системы экологического менеджмента утилизационного предприятия на основе цикла Шухарта-Деминга, разработан метод формирования эффективного портфеля проектов организации с учетом ограничений по значениям степени загрязнения атмосферы, морской воды и сточных вод от реализации того или иного проекта; в работе [13] рассмотрены вопросы подготовки «зеленого паспорта», содержащего информацию о потенциально опасных и используемых в конструкции судна материалах; автором работы [14] дана оценка экологической опасности при хранении судов на основе анализа экологического риска, а в работах [16-19] – исследование экологических стратегий по управлению отходами. В частности в работе [16] представлен обзор методов, используемых для поддержки решений по управлению отходами, указано, что различные методы могут быть описаны как методы системного анализа. Однако также ясно, что исследования всегда будут открыты для критики, поскольку они упрощают реальность и включают неопределенности; автором работы [17] проведен анализ экологического входа-вывода и показано его применение к региональному планированию управления твердыми отходами, отмечено, что модель может отражать прямое и косвенное влияние регионального производства твердых отходов и конкретные отношения с развитием региональной экономики; в работах [18; 19] представлены результаты исследования процессов институциональных и технологических преобразований в секторе утилизации вторичного металлургического сырья. Рассмотрены вопросы создания и тенденций развития национальной системы рециклинга вторичных металлургических ресурсов.

– Способы утилизации и переработки промышленных отходов [20-23]. В частности в работе [20] рассмотрены основные существующие и перспективные способы утилизации и переработки промышленных отходов, дано понятие промышленных отходов и рассмотрена их классификацию по различным критериям, охарактеризованы способы утилизации и переработки, рассмотрена возможность комплексного использования отходов промышленности как в целом в промышленности, так и на примере металлургического, топливно-энергетического и химического комплексов; в источнике [22] указано, что переработка металлов чаще всего позиционируется как эффективный способ решения проблемы дефицита природных ресурсов и снижения экологических воздействий, связанных с добычей металла. Однако доступных данных, касающихся производительности процесса переработки на сегодняшний день существует сравнительно немного, что в большей степени затрудняет оценку запасов вторичных ресурсов; в работе [23] описывается современное положение в механизме управления сектором промышленности, отвечающим за переработку вторичных ресурсов, в различных странах, рассматриваются различные концепции совершенствования механизма.

– Тенденции и перспективы развития рециклинга металлов [24-28]. В частности, в работе [24] дан краткий обзор состояния и перспектив развития рециклинга металлов в России и мире. Собраны и проанализированы данные по тенденциям развития рынков наиболее масштабных по объемам потребления металлов. Обобщены результаты исследований по динамике социально-экономических процессов в мире.

– Оценки эффективности рециклинга [29-33]. В частности, в работе [29] решается актуальная проблема разработки современных требований по утилизации автомобилей. Предложен показатель эффективности рециклинга, который позволит осуществлять наиболее значимые для стран с разным уровнем экономического развития мероприятия по утилизации и переработке отходов; в работе [30] излагаются важные научные и практические результаты в области рециклинга полученные учеными ПГТУ и ОАО «Азовмаш». Идея рециклинга открывает новые возможности экономии материальных и энергетических ресурсов на транспорте; в работе [31] предложен показатель эффективности рециклинга, учитывающий экономическую эффективность процесса, предотвращение экологического ущерба и объемы наличных отходов, а работа [32] посвящена проблеме эффективного использования вторичных ресурсов, образующихся в ходе производственного процесса промышленного предприятия; в работе [33] приведена классификация процессов рециклинга и даны рекомендации по использованию различных методов экономической оценки этих процессов.

– Вопросы состояния и перспективы развития украинского рынка черных металлов [34; 35]. Так в работе [34] проведен анализ украинского рынка металлолома: законодательные и экономические аспекты, определены проблемы; автор работы [35] провел анализ дефицита черных металлов в Украине и пути его преодоления.

Результаты анализа позволяют сделать вывод о том, что проблема утилизации судов (рециклинга цветных металлов) в Украине не была решена в XX веке и более обостренной перешла в XXI век. Вторичное сырье является самым необходимым элементом при плавке металла. Посредством применения вторсырья металлического лома происходит значительное снижение затратности всего производства. Экономия видна во всем, и в затратах на материал шихтового типа и в затратах на энерго-ресурсы, и многое другое. К тому же переработка и вторичное использование лома металла снижает нагрузку на использование природных ресурсов в этой области, тем более что они и так достаточно сильно истощены на сегодняшний день. Все эти вышеперечисленные факторы являются значимым доводом в переработке металла.

**Формулирование задания исследования** – показать важность рециклинга черных металлов (судового лома), полученных при утилизации морских судов для металлургического производства Украины. Провести анализ свойств черных металлов, применяемых в судостроении, указать их применение в конструкции судна.

**Изложение основного материала.** Регенерация металла, закончившего срок службы, в качестве конструкционного материала, деталей и пр., является начальным моментом нового цикла его кругооборота – рециклинга.

По оценкам экспертов, в Украине, возможно, создать современное производство черных металлов на базе вторичных ресурсов в объеме не менее 2 млн. т в год [36].

*Сталь* – один из самых распространенных в судостроении металлов. Наиболее широко применяется углеродистая сталь – сплав железа с углеродом при содержании последнего не более 2 %. Кроме углерода, сталь содержит металлургические примеси: марганец (до 0,7 %), кремний (до 0,4 %), серу (до 0,05 %) и фосфор (до 0,05 %).

По назначению углеродистая сталь делится на конструкционную (содержание углерода до 0,6 %) и инструментальную (содержание углерода свыше 0,6 %). Конструкционную сталь различают обыкновенного качества и качественную.

Стали, содержащие, кроме железа и углерода, специальные элементы (хром, никель, марганец, ванадий и др.), называются легированными. Легирующие элементы улучшают механические или физико-химические свойства стали. Применение легированных сталей позволяет значительно снизить массу корпуса и увеличить грузоподъемность судна. Нержавеющая сталь такой экономии не дает из-за своей высокой стоимости.

Сталь в судостроении применяется в виде листов и профилей. Листовая сталь в основном идет на изготовление обшивки. В морском судостроении обычно используют листовую сталь толщиной 6-30 мм при ширине листов 2-2,5 м и длине 6-8 м [37].

Применяют углеродистые судостроительные стали марок ВМСт. Зсп и С. Индексы означают: В – группа стали, которая характеризуется различными механическими свойствами и химическим составом; М – сталь изготавливается в мартеновских печах; сп – спокойная плавка; С – судостроительная сталь. Предел текучести этих сталей  $b_T = 240 \text{ кг/мм}^2$ . Углеродистые стали отличаются малым содержанием углерода (0,14-0,22 %), а также вредных примесей серы и фосфора (не более 0,05 %). Известно, что сера придает металлу красноломкость, а фосфор – хладоломкость [38].

Применяются низколегированные судостроительные стали марок 09Г2, 09Г2С, 10Г2С1Д и 10ХСНД с более высокими пределами текучести  $b_T = 300-400 \text{ кг/мм}^2$  с низким содержанием углерода (не более 0,12 %) и добавками марганца, кремния, хрома, меди и никеля.

Стали поставляются металлургической промышленностью в виде листового проката толщиной от 4 до 32 мм и профильного проката. Длина поставляемых листов до 8000 мм, ширина – до 2500 мм.

При изготовлении коленчатых валов, штырей, леерных стоек, коушей, фланцев и т. п. используют ковку. Судовые поковки изготавливают

из углеродистой или легированной стали. К сталям с особыми физическими или физико-механическими свойствами относятся [38]:

1) *нержавеющая сталь*, обладающая высокой сопротивляемостью коррозии. В ее составе характерно содержание не менее 12 % хрома, способствующего образованию на поверхности стойкой окисной пленки, предохраняющей сталь от окисления. Эта сталь хорошо сваривается и позволяет получать прочные, устойчивые к коррозии детали. Нержавеющая сталь в морском судостроении используется как заменитель цветных металлов и сплавов для изготовления облицовки гребных валов, лопаток турбин и т. п.;

2) *немагнитная сталь* обладает слабой магнитной проницаемостью. Это достигается высоким ее легированием, при котором в состав стали вводятся никель и марганец. При добавлении в эту сталь свыше 13% хрома она приобретает дополнительные свойства стойкости против коррозии и кислотостойкости. Немагнитная сталь в судостроении применяется для изготовления корпусов и элементов навигационных приборов, оборудования и т. п.;

3) *плакированная сталь* — конструкционная углеродистая или низколегированная сталь, покрытая тонким слоем нержавеющей стали. Такая сталь, обладая высокой прочностью основного материала, является коррозионностойкой и вместе с тем позволяет экономить дорогой и дефицитный никель;

4) *жароупорная сталь*, легированная хромом, кремнием и алюминием, не окисляется и, благодаря введению молибдена, вольфрама, ванадия и прочих примесей, обладает высоким сопротивлением механическим нагрузкам во время работы при высоких температурах;

5) *износоустойчивая сталь* содержит 1,0-1,3 % углерода и 11,0-14,0 % марганца, применяется для изготовления способом фасонного литья деталей, работающих на износ под давлением, таких, например, как детали землечерпательных ковшей, драг и т. п. [38].

**Чугуны.** В судостроении широко используется *серый чугун* благодаря его хорошим литейным качествам и относительной легкости механической обработки. Чугунные отливки дешевле стальных и применяются для изготовления гребных винтов, кнехтов, деталей судовых устройств, дельных вещей и т. д.

Широкое применение в судостроении получили и *модифицированные чугуны*, в состав которых вводятся примеси-модификаторы (силикокальций, ферросилиций, силикоалюминий и т. д.), повышающие механические свойства отливок. Из этого чугуна изготавливают рамки иллюминаторов, гребные винты, цилиндрические втулки и прочее.

*Ковкий чугун*, являющийся разновидностью серого чугуна, получается путем длительной термической обработки (отжига), отливок из хрупкого белого чугуна. Благодаря такой обработке чугун получает некоторую пластичность — ударостойкость и меньшую хрупкость при механи-

ческом воздействии. Детали из ковкого чугуна широко применяют в судовых системах [38].

Рециклинг черных металлов, полученных из вторичного сырья, имеет важнейшее значение, поскольку обеспечивает большую экономию общественного труда. Это связано с тем, что затраты на вовлечение металлоотходов в оборот значительно меньше, чем на выплавку металла из руды. Использование 1 т подготовленного лома черных металлов позволяет экономить свыше 1,8 т руды, агломерата и окатышей, 0,5 т кокса, 45 кг флюсов и около 100 м<sup>3</sup> газа. При этом затраты энергии наполовину меньше энергии, необходимой на выплавку металлов из руды и вторичного сырья.

Заготовка лома в Украине снижалась с 2000 года (рис. 1) и по прогнозам в 2017 году составила 2,9-3,1 млн. т металлолома [39]. Объем доступного лома снижается, а нового ломообразования не происходит. Заготовка металлолома падает дальше, и это проблема для украинской металлургии.



Рис. 1. Динамика заготовки лома в Украине

По нашему мнению, улучшить ситуацию ломосбора можно, в первую очередь, за счет массовой утилизации морских и речных судов.

Число судов в мире постоянно растет (например, в мире насчитывается 91 тыс. судов коммерческого флота), одновременно возрастает и количество отслуживших свой эксплуатационный срок судов. По данным Скандинавского банка DANISH SHIP FINANSE в 2017 году было утилизировано примерно 1 тыс. судов, то по прогнозам, к 2020 году их количество возрастет до 3 тыс. судов в год. По данным аналитического агентства Clarksons Research, наибольшая доля среди утилизированных судов при-

надлежит сухогрузам – в 2017 году на слом были сданы 211 таких судов общим тоннажем 14,1 млн. т.

По данным того же банка к постройке в 2016 году было принято 4 тыс. судов, а средний возраст судов отправленных на утилизацию сократился с 28 лет в 2015 году до 26 лет в 2016 году. Кроме того, были зафиксированы случаи продажи судов на металлолом возрастом меньше 10 лет (Например, Old Panamax Container – Rickmers India, продано на разборку возрастом 7 лет [40].)

По данным британского аналитического агентства CRU Independent Authority, за годы независимости Украина потребила 186 млн. т стали. За этот же период было заготовлено приблизительно 148 млн. т металлолома. То есть внутреннее потребление металла лишь немногим меньше ломосбора (рис. 2), образование нового лома практически не происходит.

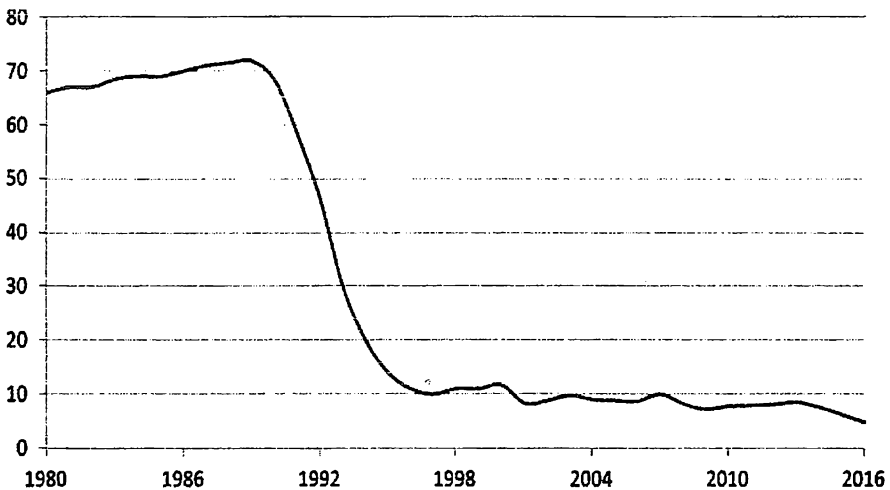


Рис. 2. Динамика потребления черных металлов на внутреннем рынке Украины (Источник: CRU Independent Authority)

В 2017 году металлургия сократила производство на 4,9 % по сравнению с июлем 2016 года [41].

Если учесть, что металлургия – это основа современного украинского экспорта, то потеря поставок продукции выплавки металлов приведет к дальнейшему понижению статуса Украины в мировой торговле.

Структура экспорта Украины демонстрирует сырьевой характер. За первое полугодие 2017 года на «недрагоценные металлы» приходится 23 % всего экспорта, при этом экспорт черных металлов составляет 19,8 %, а товаров из них – только 1,9 %.



На машины и средства транспорта совокупно приходится только 10 % украинского экспорта, тогда как импорт по тем же позициям составляет 19,5 % и 8,8 % соответственно [41].

Сырьевая ориентация Украины вместо индустриальной – это путь в никуда. Например, многие африканские страны обладают богатейшими запасами различных руд или драгоценных камней, но не имеют промышленности для их переработки и входят в список беднейших стран мира. От углубления степени переработки сырья растет не только стоимость конечной продукции, но и занятость населения, и тот самый объем промышленного производства, и отчисления в госбюджет. Такой путь избирают все страны, где успешно развивается экономика. Украина, к сожалению, в этот перечень уже не входит [41].

Дефицит лома постоянно растет, и даже, если утилизировать 15 тыс. железнодорожных вагонов, которые вышли из эксплуатации и ждут своей очереди, а это еще порядка 300 тыс. т металлолома, можно лишь на некоторое время снизить дефицит. Однако в долгосрочном периоде проблема не решится, лома будет не хватать [41].

Дефицит лома в феврале 2017 года, по данным «Укрметаллургпрома», составил 71 тыс. т и это 24 % от потребности всей металлургии Украины.

В первую очередь пострадали заводы «Днепроспецсталь» и «Днепросталь» – современное предприятие, построенное несколько лет назад. Инвестиции в него составили около 700 миллионов долларов.

Продажа металлолома в другие страны – одна из причин его дефицита в Украине. В 2015 году дефицит составлял 22 % от необходимого. В январе 2016 года дефицит составил 40 % (рис. 3).

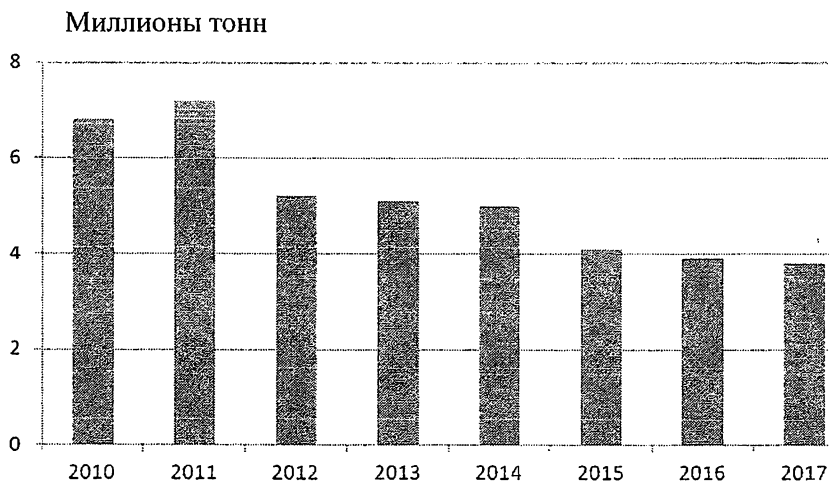


Рис. 3. Заготовка лома черного металла в Украине

Следует обратить внимание на еще один момент: в 2017 г. зафиксирован первый рост объемов заготовки лома в Украине за последние семь лет – с 3,5 млн. до 3,8 млн. т, или на 7,8 % к предыдущему году. В начале 2018 г. заготовка увеличилась на 17,3 % к аналогичному периоду предыдущего года – с 474 тыс. до 556 тыс. т. Эти факты красноречиво свидетельствуют о том, что опасения отдельных правительственных чиновников и экспертов по поводу того, что повышение вывозной пошлины на лом уничтожит его заготовку в Украине, оказались, мягко говоря, неоправданными.

Прошлый год стал для отечественного горно-металлургического комплекса самым худшим в истории независимой Украины. Показатели по выплавке стали и экспорта металлопроката упали до исторических минимумов.

Украинские металлургические предприятия в прошлом году выплавили всего 21,3 млн. т стали, что на 12 % меньше, чем в 2016-м. Это самый низкий показатель за последние десятилетия. Меньше всего мы выпускали в 1994-1995 годах – 22 млн. т. [42].

Украина была в восьмерке мировых производителей стали, потом в десятке. И вот, по последним данным Worldsteel, Украина заняла 12 место. Это самый худший год для металлургии в независимой Украине. Естественно, речь не только о 2017 году. Падение украинского ГМК началось с 2014-го, с тех потрясений, которые происходили и происходят в стране [42].

Решить проблему конечно можно закупкой лома в других странах.

Если завозить из других стран, то с учетом перевалки в портах и доставки на завод по железной дороге получится очень высокая цена. Кроме того, морские порты в Украине не предназначены под перевалку большого объема лома. В итоге получится, что произведенная у нас заготовка из такого сырья, даже с учетом нашего очень эффективного производства стали, будет стоить дороже, чем доставленная круглая заготовка, например из Молдовы.

Закупке лома в Европе препятствует проблема с колеей: его нужно будет перевалить в другие вагоны, это стоит больших денег и лишает экономического смысла. В Беларуси металлолома, по сути, нет. Там его хватает только на местный металлургический завод [42].

Решение проблемы мы видим в использовании судового лома и создании утилизационного предприятия на базе, например, ЧАО «Илличевский судоремонтный завод».

Наиболее ярким примером использования судостроительного производства для утилизации судов является грандиозная работа Черноморского судостроительного завода (г. Николаев) по утилизации недостроенного атомного тяжелого авианосного крейсера «Ульяновск».

На начало 1992 года крейсер имел техническую готовность 18,2 %, а готовность корпуса составляла 70 %. С него сняли 27 тыс. т материалов и оборудования, которое законсервировали и загрузили в заводские склады. Утилизация была выполнена за 8 месяцев – отгружено 18 тыс. т высококачественного металлолома [43].

Быстрее всего, аналогичная судьба ждет и ракетный крейсер «Украина», который был спущен на воду 27 лет назад, однако уже длительное время строительство является «замороженным» на стадии готовности на 95 % [43].

Этот пример еще раз поддчеркивает, что один из путей реанимирования судостроительных и судоремонтных заводов это перепрофилирование их частично или полностью в утилизационные предприятия. Это даст возможность получать высококачественный лом и решить проблему дефицита лома для металлургической промышленности.

У Украины есть популярный экспортный товар – металлолом. В 2013 году Украина продала за рубеж 300 тысяч тонн, а в 2015 – 1,2 миллиона тонн (рис. 4) [45].

В 2017 году в Украине было произведено 21 млн. тонн стали. Это исторический минимум за весь период существования страны. Украинские предприятия по операциям с ломом черных металлов в 2016 года сократили его экспорт на 76,5 % по сравнению с аналогичным периодом 2015 года – до 233,38 тыс. тонн (за январь-август 2015 экспортировано 992,85 тыс. тонн).

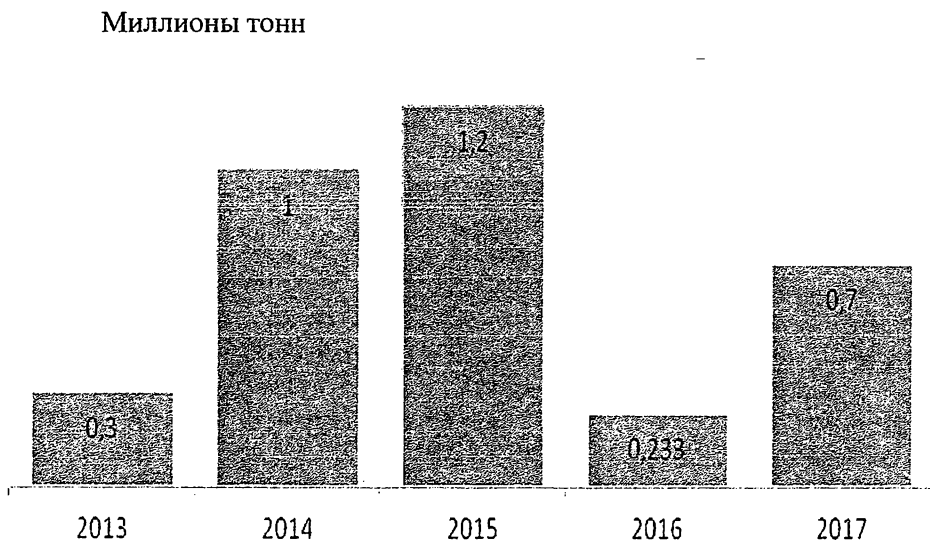


Рис. 4. Объем экспорта металлолома

Согласно таможенной статистике Государственной фискальной службы, экспорт металлолома в денежном выражении снизился на 83,1 % – до \$40,99 млн. (\$241,9 млн.) [46].

Кроме того, Украина в 2017 году увеличила экспорт металлоизделий на 30 % – до \$896,710 млн. В декабре их поставлено на \$88,366 млн. (\$96,378 млн.).

Лом черных металлов – сырье, без которого не могут работать электрометаллургические заводы. Для обычных металлургических комбинатов металлолом существенно удешевляет производство продукции.

Каждый год объемы заготовки лома в Украине снижаются. Сейчас объемы заготовки, которые в 2017 году составили чуть более 3 млн. тонн едва покрывают потребности украинской металлургии. Всего она потребляет около 3,5 млн. тонн лома в год.

Согласно таможенной статистике, Украина в 2017 году нарастила импорт аналогичной продукции на 42 % – до \$1 млрд. 134,568 млн. В декабре этот показатель составил \$99,935 млн. (\$94,426 млн.), пишет Интерфакс.

Металлолом можно было бы использовать внутри страны, переплавляя и изготовляя из этого сырья готовую продукцию, но проще его вывезти и получить лёгкую прибыль. Из вывезенных 1,2 млн. т металлолома можно было бы построить 21 тысячу км железнодорожного полотна, или 2 миллиона 110 тысяч кузовов для авто SKODA Octavia, или 46 небоскребов Бурдж-Халифа – это самое высокое здание в мире. За один только год экспорта.

Металлоломные ресурсы из Украины «перетекают» в основном в Турцию – 80 % и Молдову – 20 % [45].

Мировая практика показывает, что утилизация судов дает возможность развиваться судоремонтной отрасли, создает рабочие места и хорошие предпосылки развития металлургической отрасли. Например, в 2016 году в Турции под контролем Министерства окружающей среды и градостроительства было утилизировано 121 судно общим весом 604 тысячи тонны, сообщает агентство «Анадолу» со ссылкой на Главное управление по окружающей среде Турции.

Бюджет Турции получил от утилизации судов в 2016 году дополнительные средства на сумму около одного миллиарда турецких лир.

После утилизации судов сталь сдается на заводы по переработке стали и железа.

Суда утилизируются только в 16 странах мира, пять из которых входят в ЕС.

В Турции соответствующие работы проводятся в Центре по утилизации судов Алиага 22 компаниями, имеющими соответствующую лицензию.

За первые пять месяцев 2017 года доходы Турции от утилизации судов составили 81 миллион долларов [47].

## Выводы

1. Одна из причин дефицита металлолома в Украине – продажа его в другие страны.
2. Экономически эффективным и экологически безопасным является развитие металлургического производства на основе использования вторичного сырья (рециклинга металла).
3. Рециклинг отходов является частью того, что называют утилизацией. Развитие и создание утилизационного предприятия в Украине на базе судоремонтного завода даст возможность его восстановления, обновления, развития, и, кроме того, получения высококачественного металлолома.
4. Необходима государственная программа по развитию утилизации судов в Украине, введение утилизационного сбора при строительстве судов, утилизационного гранта.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Судно – новости зарубежного судостроения – LiveJournal. Дата обновления: 11.12.2016. URL: <https://shipway1.livejournal.com/tag/Судно...> (дата обращения: 22.04.2018).
2. Пизинцали Л.В., Александровская Н.И., Кошарская Л.В. Предпосылки развития системы утилизации лома в Украине на примере железнодорожного и морского транспорта // Сб. научн. трудов ДонИЖТ. – 2014. – № 37. – С. 157-162. URL: <http://ea.drti.donetsk.ua:8080/jspui/bitstream/123456789/1241/1/28Pizintsali.pdf> (дата обращения: 11.04.2018).
3. Пизинцали Л.В. Украина – проблемы утилизации судов // East European Scientific Journal. – 2016. – № 8. – С. 100-104. URL: [https://eesa-journal.com/wp-content/uploads/2016/04/EESJ\\_8\\_7.pdf](https://eesa-journal.com/wp-content/uploads/2016/04/EESJ_8_7.pdf) (дата обращения: 11.04.2018).
4. Большаков О.П. Перспективный анализ деятельности современного утилизационного предприятия: дис. ...канд. экон. наук: 08.00.12 – Саратов, 2013. – 156 с. URL: [#ixzz 3lGKX ubzQ](http://www.dissercat.com/content/perspektivnyi-analiz-deyatelnosti-sovremenno-go-utilizatsionnogo-predpriyatiya) (дата обращения: 16.04.2018).
5. Каховка С.В., Хорева С.А. Основные виды металлоотходов и источники их образования // Промышленная экология: Сб. трудов Международной научно-технической конференции, 27-28 октября 2015 г. – Минск: БНТУ, 2015. – С. 327-332.
6. Необходимость и значение переработки металлолома. URL: [http://krasmet.net.ru/neobhodimost\\_i\\_znachenie\\_pererabotki](http://krasmet.net.ru/neobhodimost_i_znachenie_pererabotki) (дата обращения: 16.04.2018).

7. Юзов О.В., Седых А.М. Мировые тенденции образования и использования ресурсов металлолома // *Металлург.* – 2003. – № 5. – С. 55-56.
8. Шегельман И.Р., Васильев А.С., Щукин П.О., Галактионов О.Н. и др. Рециклинг отходов: актуальность возрастает // *Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона».* – № 3. – 2014.
9. Текущее и перспективное потребление металлов в России и Украине / И. Герасимчук, К. Симонов, В. Государева, А. Мешков, К. Батозский // *Энциклопедия маркетинга.* Дата обновления 20.11.2017. URL: [http://www.marketing.spb.ru/mr/industry/consumption\\_metal\\_02.htm](http://www.marketing.spb.ru/mr/industry/consumption_metal_02.htm) (дата обращения: 11.04.2018).
10. Love L.B., Hendrickson C.T., Conway-Schempf N.M. Municipal solid waste recycling issues // *Journal of Environmental Engineering.* – 1999. – V. 125. – № 10. – P. 944–949. doi: 10.1061/(ASCE)0733-9372(1999)125:10(944).
11. Aba E., Badar M.A Review of the Impact of ISO 9000 and ISO 14000 Certifications // *The journal of Technology Studies.* – 2013. – 39 (1). – P. 42-50.
12. Пизинцали Л.В., Шахов А.В. Экологический менеджмент предприятий по утилизации морских судов // *36. наук. праць Інституту геохімії навколишнього середовища.* – 2016. – Вип. 26. – С. 50-59. URL: [http://www.igns.gov.ua/wp-content/uploads/2017/02/МАКЕТ--26-final\\_6.pdf](http://www.igns.gov.ua/wp-content/uploads/2017/02/МАКЕТ--26-final_6.pdf) (дата обращения: 11.04.2018).
13. Пизинцали Л.В. Подготовка «зеленого паспорта» как процедуры международных требований к организации предприятий по утилизации судов // *Вісник ОНМУ.* – 2015. – Вип. 2 (44). – С. 177-185. URL: <http://meb.com.ua/onmu01544.pdf> (дата обращения: 11.04.2018).
14. Гредасова И.Б. Оценка экологической опасности на этапе хранения судов внутреннего и смешанного плавания: Дис. ... канд. техн. наук: 03.00.16. – Нижний Новгород, 2008. – 114 с.
15. Damgaard A., Larsen A.W., Christensen T.H. Recycling of metals: accounting of greenhouse gases and global warming contributions // *Waste Management Research.* – 2009. – V. 27. – № 8. – P. 773-780. Doi: 10.1177/0734242X09346838.
16. Finnveden G., Bjorklund A., Moberg A. Environmental and economic assessment methods for waste management decision-support: possibilities and limitations // *Waste Management Research.* – 2007. – V. 25. – № 3. – P. 263-269. Doi: 10.1177/0734242X07079156.

17. Huang G.H., Anderson W.P., Baetz B.W. *Environmental input-output analysis and its application to regional solid-waste management planning // Journal of Environmental Management.* – 1994. – V. 42. – № 1. – P. 63-79. Doi: 10.1006/jema.1994.1061.
18. Писарева О.М. *Сценарное моделирование развития системы рециклинга вторичных металлургических ресурсов в Российской Федерации // Стратегическое планирование и развитие предприятий: Матер. 15-го Всерос. симп., Москва, 15-16 апреля 2014 г. Секция 3.* – М.: ЦЭМИ РАН, 2014. – С. 125-128.
19. Деревягин А.А., Ковшевский В.В., Писарева О.М. *К вопросу разработки стратегии развития отрасли утилизации и переработки ломов и отходов металлов // Стратегическое планирование и развитие предприятий: Матер. 15-го Всерос. симп., Москва, 15-16 апреля 2014 г. Секция 4.* – М.: ЦЭМИ РАН, 2014. – С. 69-71.
20. Ужахова Л.Я., Саламов А.Х., Арчакова Р.Д., Китиева Л.И., Бокова Л.М., Маматов Т.М. *Способы утилизации и переработки промышленных отходов // Центральный научный вестник: Ингуш. гос. унив. – Т.2. – № 15(32).* – 2017. – С. 14-17.
21. Макаров Г.С. *Высокие технологии в рециклинге алюминия: возможности и перспективы // Цветные металлы.* – № 8. – 2006. – С. 112-118.
22. Саядова Ю.Б. *Определение основных параметров рециклинга при помощи ЭВМ // Science Time.* – 2016. – № 3. – 2010. – С. 450-451.
23. Хазиев М.А. *Совершенствование механизма управления рециклингом в современных экономических условиях // Вестник экономики, права и социологии.* – 2014. – № 1. – С. 94-96.
24. Татаркин А.И., Романова О.А., Дюбанов В.Г., Душин А.В., Брянцева О.С. *Тенденции и перспективы развития рециклинга металлов // Экология и промышленность России.* – № 5. – 2013. – С. 4-10.
25. Бейлис К., Цесмелис К. *Роль рециклинга в устойчивом развитии рынка алюминия // Цветные металлы.* – № 5 (857). – 2014. – С. 71-76.
26. Назюта Л.Ю., Смотров А.В., Губанова А.В., Корнев Г.В. *Структура образования и рециклинг технологических отходов на металлургических предприятиях полного цикла // Энерготехнологии и ресурсосбережение.* – 2011. – № 4. – С. 44-54.
27. Галевский С.Г. *Рециклинг алюминия: оценка, тенденции, прогнозы // Записки горного института.* – 2007. – Т. 170. – № 2. – С. 141-143.

28. Галушко А.М., Королев С.П., Трибушевский В.Л., Михайловский В.М., Трибушевский Л.В., Шешко А.Г. Некоторые особенности технологии и организации рециклинга алюминия и его сплавов // *Литье и металлургия*. – № 1(54). – № 2 (55). – 2010. – С.122-127.
29. Тарасов Ю.В., Молодан А.А. Оценка эффективности рециклинга транспортных средств, вышедших из эксплуатации // *Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета*. – 2016. – Вып. 72. – С. 7-12.
30. Перспективные технологии рециклинга транспортных средств // *Вестник Приазовского государственного технического университета*. Серия: Технические науки. – 2000. – № 10. – С. 261-265.
31. Абрамов А.В. Оценка эффективности рециклинга // *Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России»*. – 2009. – С. 36-38.
32. Демиденко Д.С., Малевская-Малевич Е.Д. Повышение эффективности производства на основе расширения использования вторичных ресурсов на предприятиях Санкт-Петербурга // *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета: Экономические науки*. – 2013. – № 4(175). – С. 84-89.
33. Крымский В.В, Кусраева О.С. Экономическая оценка переработки вторичных материальных ресурсов // *Научно-аналитический журнал проблемы управления рисками в техносфере. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России*. – № 4 (12). – 2009. – С. 93-96.
34. Анализ состояния и перспектив развития украинского рынка ... URL: [https://www.slideshare.net/Keramet\\_2016/ss-63738221](https://www.slideshare.net/Keramet_2016/ss-63738221) (дата обращения: 06.05.2018).
35. Игорь Гужва. Прибыль получит тот, кто перерабатывает украинский лом черных металлов // *Зеркало недели. Украина*. – Вып 15. – 2018. – URL: <https://zn.ua/.../pribyl-poluchit-tot-cto-pererabotaet-ukrainskiy-lom-chernyh-metallov...>
36. Черный лом. Проблемы подводной резки судов при демонтаже и утилизации кораблей, барж, катеров, понтонов, дебаркадеров, сухогрузов на металлолом. URL: <http://demontagniki.ru>. – 23.05.2015.
37. Металлы которые используются с судостроительстве. – URL: [// flot.com/publications/books/shelf/chainikov/25.htm?print=Y](http://flot.com/publications/books/shelf/chainikov/25.htm?print=Y).
38. Металлы которые используются с судостроительстве. – URL: [wc.matrixplus.ru/utes01.htm](http://wc.matrixplus.ru/utes01.htm).



39. Морозов Д. Экспортная пошлина на лом спасла украинскую металлургию в прошлом году – Ч. 2. – URL: <http://uaпром.info/article>.
40. 7-year-old container ship faces the scrap heap – JOC.com. – URL: <https://www.joc.com/Marketplace/News/Shipping/7-year-old-container-ship-faces-the-scrap-heap>.
41. Как ради независимости Украина декоммунизировала саму себя. URL: <https://glavnovosti.com/kak-radi-nezavisimosti-ukraina-dekommunizirovala-samu-sebya>.
42. Каленков А. В 2017-м украинская металлургия пробила дно – Ч. 1. – URL: <http://uaпром.info/article>.
43. Авианосец «Ульяновск – каким бы он был?» Военное обозрение. – URL: <https://topwar.ru/107000-avianosec-ulyanovsk-kakim-by-on-byl/> › Вооружение › Флот.
44. Судьба крейсера «Украина»: Минобороны подтвердило отказ от ... URL: [https://censor.net.ua/.../minoborony\\_podtverdilo\\_otkaz\\_ot\\_dostroyiki\\_raketnogo\\_kre](https://censor.net.ua/.../minoborony_podtverdilo_otkaz_ot_dostroyiki_raketnogo_kre).
45. Продам страну в центре Европы на металлолом. Дешево. URL: <http://businessviews.com.ua>.
46. Украина в 2017 хорошо заработала на экспорте черных ... – UBR <https://ubr.ua> › Рынки › Торговля (дата обращения 11.04.2018).
47. Оглашены доходы Турции от утилизации судов. – URL: [aa.com.tr/ru/заголовки-дня/оглашены-доходы...от-утилизации-судов/857555](http://aa.com.tr/ru/заголовки-дня/оглашены-доходы...от-утилизации-судов/857555).

Стаття надійшла до редакції 20.04.2018

#### Рецензенты:

доктор технических наук, профессор кафедры «Техническое обслуживание и ремонт судов» Одесского национального морского университета **В.П. Сторожев**

доктор технических наук, профессор кафедры Судовых энергетических установок Херсонской государственной морской академии **И.В. Гряцук**

## ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ НАУКОВИХ СТАТЕЙ

---

Редакційна колегія збірника наукових праць запрошує науковців до співробітництва в галузі інформування науково-технічної громадськості про нові теоретичні і практичні досягнення у сфері функціонування різних видів транспорту.

У журналі публікуються оригінальні та оглядові статті проблемного і дискусійного характеру.

Статті публікуються на одній з трьох мов: українській, російській або англійській.

Стаття повинна задовольняти вимогам ВАК України до публікацій статей у періодичних наукових виданнях.

Редакційна колегія приймає лише наукові статті, які мають такі елементи: постановка проблеми, огляд останніх досліджень і публікацій з цієї проблеми, формулювання завдання дослідження, виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів, висновки з цього дослідження, список використаних джерел.

Стаття має відповідати тематичному спрямуванню збірника і бути завізована власноручно підписом автора.

Матеріал необхідно викладати стисло, послідовно, стилістично грамотно. Терміни та позначення повинні відповідати чинним стандартам. Не допускаються повтори, зайві подробиці при переказі раніше опублікованих відомостей – замість цього подаються посилання на літературні джерела. Одиниці виміру слід подавати лише за міжнародною системою одиниць SI або в одиницях, допущених до застосування в Україні згідно до вимог чинних державних стандартів.

Рекомендований обсяг статті, що включається у збірник, **не менше 6 та не більше 15 сторінок**.

Для опублікування у збірнику необхідно до підписаної всіма авторами статті та рефератів додати такі документи:

- ✓ експертний висновок;
- ✓ рецензію фахівців з науковим ступенем за профілем статті (бажано доктора економічних наук), завірену печаткою;
- ✓ рекомендацію відповідної кафедри, лабораторії або наукового підрозділу, що рекомендує статтю до друку;
- ✓ авторську довідку, якщо автор подає рукопис до Видавництва ОНМУ вперше, з зазначенням місця роботи, посади, вчених ступенів і звань, адрес і телефонів.

Рішення про публікацію статті у збірнику приймає редакційна колегія на підставі висновку рецензентів про її наукове та практичне значення.

## ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ НАУКОВИХ СТАТЕЙ

---

### Вимоги до оформлення тексту статті

Редакційна колегія приймає до роботи диски і один примірник роздрукованого текстового оригіналу (файлів), що є на диску. Текстовий редактор Word – файли в форматі (Word 97-2003 & 6.0/95 RTF).

Необхідно додержуватись головної вимоги – відповідність шрифтів документа його формату. Оформлення рівнозначних фрагментів документа (заголовків, підписів під рисунками, формул тощо), позначень ідентифікаторів перемінних та констант повинно бути однаковим по всій роботі. Одна і та ж величина (фізична, хімічна, економічна тощо) повинна мати однакове начертання літер.

Текст набирається з додержанням нижченаведених правил:

- ✓ абзаци відокремлюються один від одного одним маркером кінця абзацу (застосування цього символу в інших цілях не допускається);
- ✓ усі слова всередині абзацу розділяються тільки одним пробілом;
- ✓ перед розділовим знаком пробіли не ставлять, після розділового знака – один пробіл;
- ✓ після ініціалів (перед прізвищем), перед скороченнями і між ними ставиться нерозривний пробіл;
- ✓ виділення курсивом, напівжирним, великими літерами забезпечуються засобами Word.

### Розміри полів на сторінках видання

Розмір паперу – формат А4 210 x 297 мм.

- ✓ верхнє – 2 см;
- ✓ нижнє – 3 см;
- ✓ ліве – 2,5 см;
- ✓ праве – 1,5 см.

Стиль, рекомендований для друку – Times New Roman, 14 пт; рядковий;

- вирівнювання – по ширині;
- міжрядковий інтервал – одинарний;
- заборона висячих рядків;
- режим переносу слів – відключений.

### Розстановка переносу слів ручним способом забороняється

*У лівому куті статті зверху проставляється індекс УДК, ініціали та прізвища авторів передують заголовку і друкуються рядковими літерами – посередині сторінки.*

## ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ НАУКОВИХ СТАТЕЙ

---

**Заголовок** надається **обов'язково трьома мовами**: українською, російською та англійською, де вказуються Фамілія, Ім'я та прізвище, вчений ступінь, звання, посада.

- ✓ відступ – 0,75;
- ✓ шрифт – Times New Roman, 14 пт, великий;
- ✓ напівжирний;
- ✓ вирівнювання – по центру.

**Анотація** складається **обов'язково трьома мовами**: українською, російською та англійською (обсягом до 50 слів кожна).

Наведемо обов'язкові риси анотацій англійською мовою: інформативність (без загальних слів); оригінальність (не копіювати скорочену анотацію, подану національною мовою); змістовність (відобразити основний зміст статті та результати досліджень); структурованість (можливо, навіть рубрикація, як у статті: предмет, тема, мета, метод або методологія, результати, область застосування результатів, висновки); «англомовність» (якісна англійська мова); компактність (обсяг 150-300 слів).

**Ключові слова** – **обов'язково трьома мовами**: українською, російською та англійською (5-10 слів) наводяться після анотації.

Далі наводяться всі обов'язкові елементи наукової статті.

### **Вступ**

а) постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними задачами;

б) короткий аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор;

в) виділення не вирішених раніше питань загальної проблеми, яким присвячується стаття.

**Постановка задачі** – формулювання мети статті.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів з поділом його на частини з відповідними назвами**

У цьому розділі рекомендується висвітлити такі питання, як:

а) ґрунтовний огляд існуючих рішень поставленої задачі (якщо це необхідно);

б) актуальність поставленої задачі;

в) вибір методів, підходів, моделей та інструментів розв'язку поставленої задачі;

г) власне розв'язок поставленої задачі;

д) адекватність теоретичних рішень та переваги практичних рішень над існуючими;

е) приклади застосування отриманих результатів.

## ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ НАУКОВИХ СТАТЕЙ

---

### Висновки

- а) підсумки даного дослідження;
- б) перспективи подальших досліджень у цьому напрямку.

### Література

Список літератури подається в порядку посилання. Неприпустиме посилання на неопубліковані та незавершені праці.

Також слід додати список літератури в романській абетці. Список літератури (References) необхідно наводити повністю окремим блоком, повторюючи список літератури, наданий національною мовою, незалежно від того, є в ньому іноземні джерела чи немає. Якщо в списку є посилання на іноземні публікації, вони повністю повторюються у списку, наведеному у латиниці.

Основним стилем оформлення посилань у міжнародному форматі прийнятий Гарвардський стиль.

**ГАРВАРДСЬКИЙ СТИЛЬ** (Harvard style), або стиль «автор-дата» (author-date), є найпоширенішим міжнародним стилем цитування в галузі гуманітарних і суспільних наук. Найчастіше він використовується в публікаціях академічного характеру.

Посилання на джерела відповідно до Гарвардського стилю наводяться тільки романським алфавітом. Не допускається переклад англійською мовою бібліографічних описів літературних джерел, виданих мовами, що використовують кирилицю. Для правильного зазначення подібних джерел літератури виконується їх транслітерація.

Транслітерації підлягають: ініціали та прізвища авторів, назви публікацій, назви періодичних видань та ін. Місце видання і видавництва вказується відповідно до офіційних аналогів в англійській мові. Тільки за відсутності достовірних відомостей про офіційні найменування видавництва і організацій, у яких опублікований даний матеріал, дозволяється виконання транслітерації.

Для автоматизації процесу транслітерації рекомендується використання широко розповсюджених онлайн-сервісів (наприклад, <http://translit.kh.ua/> чи <http://litopys.org.ua> для українського тексту та <http://www.translit.ru> для транслітерації російського тексту).

### **Технологія підготовки посилань з використанням системи автоматичної транслітерації і перекладача**

Програми дуже прості, їх легко використовувати як для готових посилань, так і для транслітерації різних частин описів.

Наведемо зразок короткої схеми процесу перетворення посилання:

1. Вхідимо на сайт <http://litopys.org.ua/links/intrans.htm>
2. Вставляємо в спеціальне поле весь текст бібліографії українською мовою і натискаємо кнопку «перекодувати».

**ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ НАУКОВИХ СТАТЕЙ**

---

3. Копіюємо текст, що транслітерується у References – список, який готується.

4. Перекладаємо всі описи джерела, окрім авторів (назва книги, статті, постанови і так далі) англійською мовою, переносимо його до списку, який готується (за транслітерованою назвою).

Об'єднуємо описи в трансліті і перекладене та оформляємо відповідно до прийнятих правил. При цьому необхідно розкрити місце видання (Kyiv, Odessa ) і виправити позначення сторінок англійською мовою (замість 182 s. пишемо 182 p.). Курсивом виділяємо назву джерела, додаємо в кінці речення [in Ukrainian] і посилання готове.

Наприклад,

**Один автор**

Navrozova Yu.O. Upravlinnia vitratamy (Cost management): navchal'nyy posibnyk. – Odessa: ONMU, 2012. – 70 p. [in Ukrainian].

**Стаття з журналу**

Zagurenko A.G., Korotovskikh V.A., Kolesnikov A.A., Timonov A.V., Kardymon D.V. Tekhniko-ekonomichna optimiza-tsiya dizainu gidrorazryvu plasta [Techno-economic optimization of the design of hydraulic fracturing]. Neftyanoe khozyaistvo – Oil Industry, 2008, no.11, pp. 54-57 [in Ukrainian].

**Приклади оформлення посилань,  
засновані на використанні Гарвардського стилю**

**Посилання на монографію**

**Один автор:**

Cowley, S. (2004) Getting the Buggers to Think. London: Continuum.

**Два автори:**

Springer, S. & Deutsch, G. (1998) Left Brain Right Brain: Perspectives from Cognitive Neuroscience. 5th ed. New York: W.H. Freeman and Company.

**Три-чотири автори (вказуються всі автори):**

Chaffey, D., Mayer, R., Johnstone, K., Ellis-Chadwick, F. (2003) Internet Marketing: Strategy, Implementation and Practice. 2nd ed. Harlow: Prentice Hall.

**Колективна монографія (чотири і більше автори):**

Chaffey, D., Mayer, R., Johnstone, K., Ellis-Chadwick, F., Et al. (2003) Internet Marketing: Strategy, Implementation and Practice. 2nd ed. Harlow: Prentice Hall.

**ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ НАУКОВИХ СТАТЕЙ**

---

**Посилання на розділ або частину книги:**

Eyles, J. (2002) 'Global Change and Patterns of Death and Disease' In: Johnston, R.J., Taylor, P.J. & Watts, M. J. (eds.) Geographies of Global Change: Remapping the World. 2nd ed. Oxford: Blackwell Publishing. pp.216-235.

**Посилання на публікацію в періодичному виданні (журнал, збірник наукових праць, дайджест тощо):**

Baillie, L., Llott, L. (2010) 'Promoting the Dignity of Patients in Perioperative Practice' Journal of Perioperative Practice. 20 (8) pp. 278-282.

**Посилання на статтю в газеті:**

Smithers, R. (2005) 'Ex-Ofsted chief sparks new row' The Guardian. 13 May, p.7.

**Посилання на звіт:**

Office for Standards in Education (2002) Good Teaching, Effective Departments: Findings from a HMI Survey of Subject Teaching in Secondary Schools. HMI 337. London: OfSTED Publications.

**Посилання на законодавчий або інший нормативно-правовий акт:**

Great Britain Parliament (2010) Child Poverty Act 2010. (Act of Parliament) London: HMSO.

**Посилання на веб-документ:**

Без автора (публікація представлена в мережі без автора):  
Shelter (2011) 'Save the Housing Safety Net' Shelter: The Housing and Homeless Charity. <http://england.shelter.org.uk/> [accessed 20 January 2011].

**Із зазначенням автора публікації:**

Harrison, A. (2011) 'School league tables: Most miss Baccalaureate target' BBC News: Education and Family. BBC Mobile. <http://www.bbc.co.uk/news/education> [accessed 26 January 2011].

Рекомендується для автоматизації формування притекстових списків літератури у форматі Гарвардського стилю використовувати широко розповсюджені онлайн-сервіси (наприклад, <http://www.neilstoolbox.com/bibliography-creator/>).

**Редакційна колегія звертає увагу авторів на те, що назва статті повинна коротко і максимально точно відображати суть проведених досліджень.**

**Розміри для введення формул**

✓ основний                    – 16 пт;

## ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ НАУКОВИХ СТАТЕЙ

---

- ✓ крупний індекс – 12 пт;
- ✓ дрібний індекс – 10 пт;
- ✓ крупний символ – 18 пт;
- ✓ дрібний символ – 14 пт;
- ✓ перемінна – курсив (на 2 пт більше базового);
- ✓ функція і константи – прямий шрифт (на 2 пт більше базового);
- ✓ скорочення в індексах – прямий шрифт.

**Математичні формули** набирають тільки редактором формул Microsoft Equation 3.0. Вони потребують однакового написання та розміщення елементів. Індокси та показники степеня повинні бути однаковими за розміром, але не більше ніж у два рази меншими за основну строку формули та однаково опущеними чи піднятими по відношенню до лінії основного рядка формули, щоб при зменшенні в 1,5 рази вони безпомилково читались.

Номери формул позначають арабськими цифрами у круглих дужках, розташовуючи їх біля правого краю полоси. У разі, якщо номер не вміщується у рядку формули, його виділяють у наступний за формулою черговий рядок. Біля формули, що займає декілька рядків, номер ставлять біля останнього рядка, біля формули-дробу – навпроти основної ділильної лінійки. Невеликим формулам у одному рядку, якщо вони складають єдину групу, присвоюють один загальний номер. Групу формул, розташованих окремими рядками, охоплюють справа чи зліва парантезом і номер групи розташовують проти його вістря, а якщо парантеза справа нема – проти середини цієї групи.

Якщо формула набирається у редакторі формул шрифтом Times курсивом, то і по тексту символи необхідно набирати курсивом, тобто символи по тексту повинні відповідати символам у редакторі формул.

Якщо формула набирається шрифтом Arial не курсивом, то і по тексту символи повинні відповідати формулі.

### **Набір формул у редакторі MS Office 2007-2013**

Для набору формул в MS Office 2007-2013, для запобігання проблем сумісності с MS Office попередніх версій, рекомендується не використовувати вбудований редактор формул, а користуватися редактором формул MS Equation 3.0.

Яким чином він викликається:

Панель Вставка -> Об'єкт -> у полі «тип об'єкта» обрати MS Equation 3.0. Після цього відкриється звичний для всіх редактор формул. Для того щоб кожен раз не відкривати меню Об'єкт можна скопіювати і вставити та після цього, клацнувши двічі, виконувати редагування. Таким чином, формули можна набирати, коли документ відкритий у режимі сумісності.



## ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ НАУКОВИХ СТАТЕЙ

---

**Рисунки** набираються по тексту, повинні бути згрупованими, розмір не повинен перевищувати 10x12 см.

Підписи та надписи у графічних об'єктах (рисунках, схемах та т. інш.) неможна робити за допомогою інструменту надпису панелі інструментів (Рисунання) у зв'язку з тим, що при збільшуванні чи зменшуванні графічних об'єктів текстові блоки викривлюються.

Для створення графічних об'єктів рекомендується використувати графічні програми Paint, Corel Draw, AutoCad та інш.

Середня кількість ілюстрацій за обсягом не повинна перевищувати 20 % авторського тексту, що при розмірі 9x12 см складе 7-8 рисунків на авторський лист.

Якщо рисунок у статті один, то він не нумерується, посилання на нього робиться словом «рисунок» без скорочення, а під самим рисунком слово «рисунок» не пишеться. Підпис з експлікацією без підпису (теми зображення) неприпустимий.

Підпис завжди починають з великої літери, експлікації – з малої. Крапки у кінці підпису не ставлять. Після основного підпису, якщо далі йде експлікація, прийнято ставити двокрапку. Елементи експлікації відділяють один від одного крапкою з комою, а цифрові або буквені позначення від тексту пояснення – знаком тире.

**Таблиці.** Ширина таблиці повинна відповідати ширині текстового блоку видання. Розмір шрифту для набору таблиці – 14 кегль. Допускається розмір шрифту – 12 кегль.

Таблиці повинні бути надруковані у тексті після абзаців, що мають посилання на них. Таблиця має нумераційний заголовок та тематичний заголовок, що визначає її тему та зміст (без розділового знака на кінці).

Якщо в тексті одна таблиця, нумераційний заголовок не пишеться. Тематичний заголовок не пишеться у таблиці допоміжного характеру, у такій, що не має самостійного значення.

Основні вимоги до тематичного заголовка – точність, відповідність призначенню, зміст таблиці, виразність та короткість.

Над таблицею, що продовжується, пишеться нумераційний заголовок «Продовження табл. \_ », якщо вона не закінчена, або «Закінчення табл. \_ », якщо закінчена.

Текст таблиці не повинен виходити за лінії, що обмежують графі. Числа у таблиці, що мають більше чотирьох цифр, повинні ділитися на класи по 3 цифри, інтервалом у один пробіл (виняток номери та дати).

Таблиці повинні бути закритими з боків та внизу. Графу «Номер з/п» давати тільки тоді, коли є посилання на цю нумерацію.

*Заголовки граф* ставлять у називному відмінку однини чи множини без довільного скорочення слів.

У однарусній головці усі заголовки пишуться з великої літери.

## ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ НАУКОВИХ СТАТЕЙ

---

У дво- і багатоярусній головці заголовки верхнього ярусу пишуться з великої літери, а заголовки наступних ярусів – з великої літери, якщо вони граматично не підпорядковуються заголовку верхнього ярусу, що стоїть над ними.

*Примітки та виноски* за змістом таблиці необхідно друкувати тільки під таблицею.

*Виноски* позначаються зірочкою.

Матеріали і документи, які не повністю оформлені або не відповідають усім вимогам, не розглядаються.

### УВАГА!

Матеріали, що подаються для опублікування, повинні бути актуальними, виключати паралелізм та дублювання.

Передрукування та будь-яке використання матеріалів здійснюється з обов'язковим посиланням на збірник.

Автори несуть повну відповідальність за науковий зміст, точність фактичних даних, посилань на джерело, а також ілюстративного матеріалу і цитат.

Редакція не завжди поділяє позицію авторів публікацій.

### Приклади бібліографічного опису документа

#### **Опис книги одного автора**

Іванов О.К. Економічний аналіз: Навч. посібник / О.К. Іванов. – СПб.: Вид. СПбГТУ, 1998. – 88 с.

#### **Опис книги двох авторів**

Гаврикова Т.А. Дислокація в кристаллах: Учебн. пособие / Т.А. Гаврикова, Б.А. Зыков. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1998. – 72 с.

#### **Опис книги трьох авторів**

Сергеев К.Г. Физические методы контроля качества материалов и продукции: Учебн. пособие / К.Г. Сергеев, Н.А. Столярова, И.И. Горшков. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1998. – 52 с.

#### **Опис книги під редакцією**

Пористые проницаемые материалы: Справ. / Под ред. С.В. Белова. – М.: Металлургия, 1987. – 333 с.

#### **Опис методичних вказівок**

Управление проектами: Метод. указания / В.П. Капитанов. – Одесса: Изд-во ОНМУ, 2005. – 37 с.

**ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ НАУКОВИХ СТАТЕЙ**

---

---

**Опис складової частини видання**

Ильф И.А. Источник веселья / И.А. Ильф, Е.П. Петров // Собр. соч.: В 5 т. – М., 1961. – Т.5. С.94-97.

**Опис статті зі збірника, книги**

Кириллов В.Н., Демидюк А.В., Тонюк В.И. Экспериментальная установка для исследования гидродинамических характеристик продольной качки моделей судов // Вісник ОДМУ. – Одеса: Вид-во ОДМУ. – 1998. – № 1. – С.90-93.

**Опис статті з журналу**

Вечорин Е.Л. Константин Петрович Боклевский / Е.Л. Вечорин // Научно-технические ведомости СПбГТУ. – 1999. – № 1(15). – С. 113.

Синтез перенасыщенных аналогов пенициллина / Е.Ф. Панарин, М.В. Соколовский, М.Б. Беров, М.А. Жукова // Изв. АН СССР. Сер. хим. – 1974. – № 10. – С. 2300-2303.

**Опис статті з газети**

Немировский Е.Л. Первопечатник Иван Федоров / Е.Л. Немировский // Лит.газ. – 1984. – 5 мая. – С.16.

**Опис стандартів**

ГОСТ 7.1-84 СИБИБД. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила оформления. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 76 с.

**Опис патентних документів**

А.с. 1254421 СССР, МКИ G 03 G 15/00. Электрографический микрофильмирующий аппарат / А.Г. Арутюнов (СССР). Оpubл. 23.06.86. Бюл. № 32.

**Опис авторефератів дисертацій**

Касимовский Н.И. Разработка оксидного катализатора: Автореф. дис. ... канд. техн. наук // Н.И. Касимовский; ЛТИ им. Ленсовета. – Л., 1988. – 16 с.

**Опис дисертації**

Талишинский Р.Р. Документализм в публицистике: Дис. ... канд. филол. наук / Р.Р. Талишинский; Моск. гос.ун-т. – М., 1986. – 203 с.

**Опис іноземних літературних джерел** підпорядковується тим же правилам. Наприклад:

Wyner F. The wire-tap channel / A. Wyner // Bell System Technical J. – 1975. – Vol. 54. – № 3. – P. 1355-1387.

*Наукове видання*

# ВІСНИК ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО МОРСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

**Збірник наукових праць**

**Випуск 2 (55)**

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 30.03.2018.  
Формат 70x108/16. Папір офсетний. Ум. друк. арк. 10,4.  
Замовлення № 125.

Надруковано у Видавництві ОНМУ  
65029, м. Одеса, вул. Мечникова, 34.  
Тел. 728 31 14