

# ВІСНИК

ОДЕСЬКОГО  
НАЦІОНАЛЬНОГО  
МОРСЬКОГО  
УНІВЕРСИТЕТУ

52

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



**ВІСНИК  
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО  
МОРСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

*Збірник наукових праць*

**ВИПУСК 3 (52)**

*Заснований у червні 1997 року*

**Одеса – 2017**

ОДЕСЬКИЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ВІСНИК  
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО МОРСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

№ 3 (52)  
2017

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:  
виз «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>Ланкіна 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>Єгунов К.В.</i>	д-р техн. наук, проф.	<i>Яровенко В.О.</i>

Рекомендовано до друку Вченою радою  
Одеського національного морського університету  
(протокол № 3 від 25 жовтня 2017 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.

ЗМІСТ

**ВИДАТНІ ВЧЕНІ  
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО МОРСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

**УЧИТЕЛЬ, УЧЕНЬИЙ, ВОДНИК –  
К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Ю.Л. ВОРОБЬЕВА ..... 5**

**ПРОЕКТУВАННЯ ТА КОНСТРУЮВАННЯ СУДЕН**

**Егорова О.Г.**  
Проектирование барж для Дуная на основе анализа риска переломов и повреждений их корпусов в эксплуатации ..... 8

**Егоров Г.В., Егоров А.Г.**  
Перспективы существующих судов смешанного река-море и внутреннего плавания ..... 26

**Егоров Г.В., Ильницкий И.А., Тонюк В.И., Автугов Н.В.**  
Опыт применения аварийно-спасательных судов новых концептов ..... 57

**Егоров Г.В., Тонюк В.И., Ворона О.А., Бутенко Н.В.**  
Обоснование главных параметров комбинированных судов смешанного река-море плавания для перевозки нефтепродуктов, навалочных грузов, контейнеров, накатной техники и негабаритов ..... 79

**Егоров Г.В., Егоров А.Г.**  
Фактическое списание судов смешанного река-море плавания и прогноз состава флота до 2025 года ..... 96

**Саустян Я.П.**  
Архітектурно-конструктивні особливості безекіпажних надводних катерів ..... 132

**ТЕХНІЧНІ ПРОБЛЕМИ  
ЕКСПЛУАТАЦІ СУДНОВОГО ОБЛАДНАННЯ**

**Мехтиев Г.А., Гасанов Э.А.**  
Исследование режимов работы частотно управляемого электропривода судового якорного устройства ..... 142

**ПРОЕКТУВАННЯ ТА МІЦНІСТЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

**Коноплев А.В., Греченко П.И., Чередарчук Н.И., Сологуб В.О.**  
Особенности построения кривой усталости при напряжениях, близких к пределу выносливости ..... 154



## ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

<b>Балобанов А.О., Петров И.М., Постан М.Я.</b> Метод обоснования целесообразности страхования риска сюрвейерской компании в порту .....	163
<b>Перепичко М.Е.</b> Идентификация потоковых процессов в системе «порт-парк» ...	173

## ГІДРОТЕХНІЧНЕ БУДІВНИЦТВО

<b>Дубровский М.П., Суходоев Ю.Ф., Стехун А.А.</b> Особенности проектирования подпорной стены комбинированного типа .....	184
---	-----

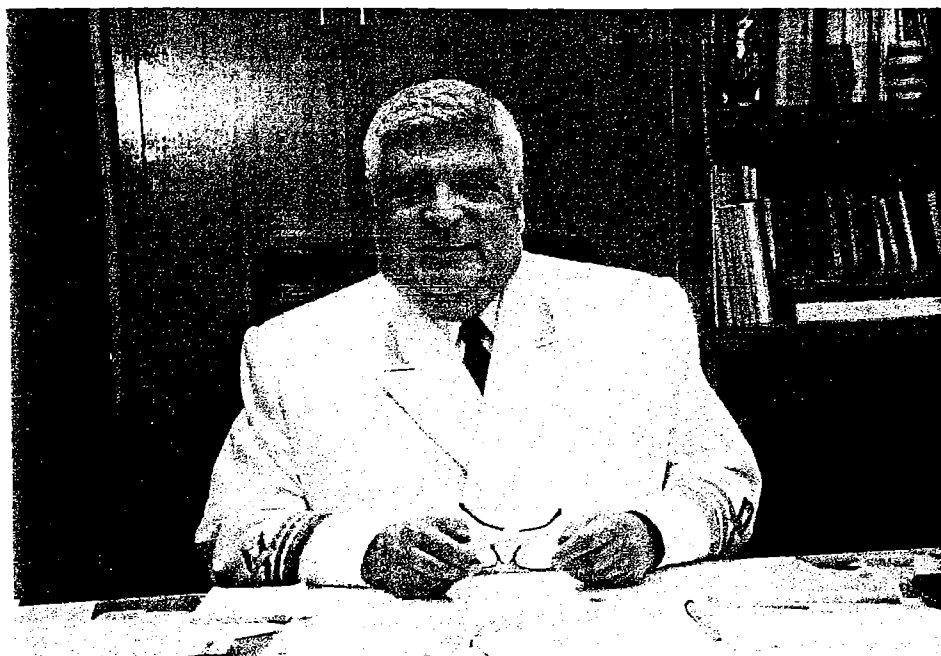
## УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ТА ПРОГРАМАМИ

<b>ShakhovAnatoliy V., Pitera Varvara M.</b> Risk assessment methods in innovative projects .....	194
<b>Chernova L.S.</b> Development of investment project business plan .....	203

**ВИДАТНІ ВЧЕНІ  
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО МОРСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

---

**УЧИТЕЛЬ, УЧЕНЫЙ, ВОДНИК –  
К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Ю.Л. ВОРОБЬЕВА**



Вот уже почти семь лет как ушел из жизни прекрасный человек, потомственный одессит и по рождению, и по крови, и по воспитанию, ученый с мировым именем, выдающийся педагог, руководитель, вице-президент и руководитель южного научного центра Транспортной академии Украины, вице-президент Академии судостроительных наук Украины, академик Академии наук высшей школы Украины, академик Украинской Академии Наук, академик Российской Академии Транспорта, действительный член Британского Королевского общества кораблестроителей.

## ВИДАТНІ ВЧЕНІ ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО МОРСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

---

### Учитель, Ученый, Водник...

Эти три слова, именно в такой последовательности, наиболее кратко отражают то, кем был Юрий Леонидович Воробьев для многих его учеников и коллег – выдающийся ученый и исключительный человек.

Он был коренным одесситом, в Одессе родились и жили его предки, родители. Как потомственный одессит, обладал отменным чувством юмора.

После школы в 1954 году первым взрослым шагом Юрия Леонидовича было поступление в ОИИМФ на факультет кораблестроения, который он окончил с отличием в 1960 году.

Свою трудовую деятельность начал с должности мастера корпусного цеха судоремонтного завода № 490 Минморфлота (ныне Черноморский СРЗ). В том же году перешел на работу в ОИИМФ на кафедру «Теория корабля» и больше место работы не менял.

Работал на должностях инженера, затем младшего научного сотрудника научно-исследовательского сектора института, ассистента. Закончил аспирантуру и в 1966 году защитил кандидатскую диссертацию по специальности 05.08.01 «Теория корабля».

В 1968 году Ю.Л. Воробьеву было присвоено звание доцента кафедры «Теория корабля», а в 1976 он был назначен ее заведующим. Этой одной из ведущих кафедр университета он заведовал до самой своей кончины.

Юрий Леонидович возглавлял университет в непростые для вуза годы, в условиях, когда выжить учебному заведению в бурных рыночных условиях было непросто. Трудился он вместе с коллективом что называется не покладая рук. В результате сохранился преподавательский состав, прошли аккредитования новые специальности, укреплялась учебная и материальная база.

Признанием научных результатов Юрия Леонидовича стала блестящая защита им докторской диссертации в 1984 году (в знаменитом Ленинградском кораблестроительном институте) и присвоение в 1985 году звания профессора кафедры «Теория корабля». Он является создателем нового научного направления в гидродинамике – движение судна в стесненном фарватере.

Юрий Леонидович является автором более 220 научных работ, опубликованных в отечественных и зарубежных издательствах. Был награжден научно-техническим обществом кораблестроителей России премией имени академика А.Н. Крылова за свою монографию «Гидродинамика судна в стесненном фарватере».

## ВИДАТНІ ВЧЕНІ ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО МОРСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

---

Научные идеи Юрия Леонидовича были развиты его многочисленными учениками, под его руководством подготовлено более 20 кандидатов технических наук, в том числе 5 зарубежных граждан.

Особый талант организатора и менеджера проявились, когда он возглавил наш вуз. Юрий Леонидович был избран ректором ОИИМФ в мае 1989 года. Главными итогами его деятельности на этом посту явилось сохранение института в начале девяностых и преобразование в 1994 г. в государственный морской университет (ОГМУ) с 12 направлениями подготовки. Высшим признанием успешности четырнадцати лет ректорства явилось получение «Водным» в 2002 году статуса Национального Морского Университета (ОНМУ).

Много сил Ю.Л. Воробьев тратил на международную узнаваемость ОНМУ, принимал активное участие в развитии международных научно-технических связей. Под руководством Ю.Л. Воробьева университет подготовил более 4000 специалистов для морехозяйственного комплекса Украины, стран дальнего и близкого зарубежья (Азербайджан, Армения, Вьетнам, Грузия, Китай, Молдова, Нигерия, Россия, Турция).

В 2002 году в университете был возрожден храм, где проходили службы еще во времена Института благородных девиц. В свое время Юрий Леонидович был членом ЦК комсомола Украины, занимался вопросами идеологии. Вот что говорил он сам в связи с открытием храма: «Я вижу и понимаю, что отсутствие воспитательного инструмента, которого не стало, когда не стало комсомола и исчезла идея, нужно восполнять. Храм – это и свидетельство открытости территории, открытости наших мыслей, честности наших намерений».

С мая 2003 года Ю.Л. Воробьев работал советником ректора Одесского национального морского университета. Был председателем Совета трудового коллектива. Возглавлял Специализированный Совет Д 41.060.01 по защите кандидатских и докторских диссертаций по направлениям «Теория корабля», «Основания и фундаменты», «Управление проектами и программами», «Транспортные системы».

В 2003 году он был награжден Министерством образования и науки Украины медалью «За научные достижения».

Воробьев Ю.Л. награжден почетными знаками «Заслуженный работник народного образования Украины», «Заслуженный работник транспорта Украины», «Почетный работник морского и речного транспорта», государственной наградой «Подяка прем'єр-міністра України».

Он любил спорт – занимался плаванием и парусным спортом. Был председателем Одесской областной федерации парусного спорта.

**ВИДАТНІ ВЧЕНІ  
ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО МОРСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

---

По инициативе Юрия Леонидовича был организован ведущий печатный орган университета – Вестник Одесского национального морского университета – сборник научных трудов, его любимое детище, в которое он вложил много сил и времени.

Наследие Юрия Леонидовича – это не только его блестящие лекции, оригинальные научные работы, кафедра «Теория и проектирование корабля», которую он возглавил и которая носит теперь название кафедра «Теория и проектирование корабля имени проф. Ю.Л. Воробьева», и даже не только Одесский национальный морской университет, в укрепление которого он вложил столько сил.

Наследие Юрия Леонидовича – это, в первую очередь, его ученики и коллеги, которых он учил, поддерживал, которым передал свои идеи, помог стать на ноги и сформироваться как профессионалам.

Многие его ученики работают в Одесском национальном морском университете, в других организациях в Украине, России, в других странах. Проектируют, строят и эксплуатируют суда, оффшорные конструкции, порты, развивают науку, читают лекции.

И не очень важно, что именно и где они это делают. Важно то, что Юрий Леонидович Воробьев воспитал целую плеяду высокообразованных людей – инженеров, ученых, педагогов, которые будут всегда помнить его как **УЧИТЕЛЯ**.

**Редколлегия**

УДК 629.5

О.Г. Егорова

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ  
СУХОГРУЗНЫХ НЕСАМОХОДНЫХ РЕЧНЫХ СУДОВ  
ДЛЯ СИСТЕМЫ «ДУНАЙ – МАЙН – РЕЙН»**

*Рассмотрена история создания судов типа «Европа-2Б». Их главные размерения максимально приближены к путевым ограничениям водных путей системы «Дунай – Майн – Рейн». Проанализированы опасности, которые могут привести к повреждениям корпуса барж в течение всего срока службы; при эксплуатации барж фиксировались многочисленные повреждения, полученные во время погрузки-выгрузки. Сравнительный анализ показал значительное превосходство корпусов барж, набранных по продольной системе набора, над корпусами барж с традиционной поперечной системой. Предложен набор конструктивных мер по улучшению прочности и надежности рассмотренных барж, положительно влияющих на показатели экономической эффективности.*

**Ключевые слова:** система «Дунай – Майн – Рейн», баржи-секции типа «Европа-2Б», металлоемкость конструкций, прочность судов, повреждение, грузовые операции, момент сопротивления, предельный момент сопротивления, проекты RDB06, RDB11, 1635OU, 1635OMДЛ, 1635OMДЛ-С, продольная и поперечная системы набора корпуса.

*Розглянуто історію створення суден типу «Європа-2Б». Їх головні розміри максимально наближені до шляхових обмежень водних шляхів системи «Дунай – Майн – Рейн». Проаналізовано небезпеки, які можуть привести до пошкоджень корпусу барж протягом всього терміну служби; при експлуатації барж фіксувалися численні пошкодження, отримані під час навантаження-розвантаження. Порівняльний аналіз показав значну перевагу корпусів барж, набраних за поздовжньою системою набору, над корпусами барж з традиційною поперечною системою. Запропоновано набір конструктивних заходів щодо поліпшення міцності і надійності розглянутих барж, позитивно впливаючих на показники економічної ефективності.*

**Ключові слова:** система «Дунай – Майн – Рейн», баржі-секції типу «Європа-2Б», металоемність конструкцій, міцність судів, пошкодження, вантажні операції, момент опору, граничний момент опору, проекти RDB06, RDB11, 1635OU, 1635OMДЛ, 1635OMДЛ-С, поздовжня і поперечна системи набору корпусу.

*The history of creation of «Europe-2B» type vessels is considered. Their overall dimensions are maximally close to the way restrictions of the «Danube – Main – Rhine» system.*

*Dangers that can lead to hull's damages during the whole service life are analyzed. During barge's operation, numerous damages received during loading and unloading, were recorded. Comparative analysis has shown a significant superiority of the barges' hulls with the longitudinal framing system over the barges' hulls with traditional transverse system. A set of structural measures to improve strength and reliability of barges' hull, that effect positively on indicators of economic efficiency, is suggested.*

**Keywords:** *the system «Danube – Main – Rhine», barges of «Europe-2B» type, metal consumption of constructions, vessel's strength, damages, cargoes' operations, section modulus, ultimate section modulus, RDB06, RDB11, 1635OU, 1635OMДЛ, 1635OMДЛ-С projects, longitudinal and transverse framing systems.*

**Постановка проблеми.** Суда внутрішнього плавання (СВВП) українських судовласників на річці Дунай достатньо старі, тому існує необхідність оновлення флоту компаній, працюючих в дунайському басейні, судами, призначеними і повністю пристосованими, в тому числі для транзитної роботи в системі Дунай – Майн – Рейн (ДМР).

**Цілью статті** являється обґрунтування головних параметрів сухогрузних судів внутрішнього плавання нового покоління на основі аналізу ризику експлуатації вже побудованих судів з підготовкою рекомендацій по проектуванню корпусів судів такого типу.

**Изложение основного материала.** Як було показано раніше [1], головні розміри оптимальних СВВП визначаються максимально близькими до габаритними обмеженнями цих водних шляхів, для яких вони призначені. Однак, в зв'язі з відомою проблемою мелководності, часто неможливо вибрати такі габарити в плані (по довжині і ширині) єдиним корпусом. Насправді, важко уявити собі єдине судно довжиною, наприклад, від 180 до 280 м при осадці 2,50 м (і відповідній цій осадці висоті борту). Тому звичайним інженерним рішенням є складові і складні судна, т.е. кілька судів, склад яких відповідає максимальним можливостям шляху.

Наприклад, якщо розглядати перевезення по Дунаю, в 2014 році дозволеними складовими через контрольний пункт Мохач в Угорщині було перевезено близько 3,7 млн. т, що становить 74,7 % від загального об'єму вантажів (в 2013 г. – 74,3 %), з них 2,24 млн. т – вгору, що становить 83,5 % від загального об'єму вантажів, перевезених вгору (в 2013 г. – 79,8 %). В середньому в 2014 г. через контрольний пункт Мохач проходило вгору і вниз 45-50 складових в місяць [4].

Європейська класифікація складових по типу водних шляхів і обмеження системи ДМР наведені в таблицях 1 і 2 відповідно.

Таблиця 1

*Європейська класифікація складових по типу водних шляхів*

Тип водних шляхів	Клас водних шляхів	Толкаємі складові						Мінім. висота під мостами <sup>2)</sup> , м
		схема складових з барж типу Європа	тип складових: загальні характеристики			вантажопідіймальність, т		
			довжина, м	ширина, м	осадка <sup>3)</sup> , м			
Міжнародного значення	IV		85	9,50 <sup>4)</sup>	2,50-2,80	1250-1450	5,25 или 7,00 <sup>5)</sup>	
	Va		95-110 <sup>1)</sup>	11,40	2,50-4,50	1600-3000	5,25 или 7,00	
	Vb		172-185 <sup>1)</sup>	11,40	2,50-4,50	3200-6000	или 9,10 <sup>5)</sup>	
	VIa		95-110 <sup>1)</sup>	22,80	2,50-4,50	3200-6000	7,00 или 9,10 <sup>5)</sup>	
	VIb		185-195 <sup>1)</sup>	22,80	2,50-4,50	6400-12000	7,00 или 9,10 <sup>5)</sup>	
	VIIc		270-280 <sup>1)</sup>	22,80	2,50-4,50	9600-18000	9,10 <sup>5)</sup>	
			195-200 <sup>1)</sup>	33,0-34,2 <sup>1)</sup>	2,50-4,50	9600-1800		
VII		285	33,0-34,2	2,50-4,50	14500-27000	9,10 <sup>5)</sup>		

**Примечания:**

1. Первое значение приводится с учетом современной ситуации, второе – с учетом будущих изменений и, в некоторых случаях, современной ситуации;
2. С учетом безопасного расстояния, составляющего примерно 30 см, между верхней точкой конструкции судна или его груза и мостом;
3. Для перевозки контейнеров приняты следующие значения:  
- 5,25 м – для судов с загрузкой контейнеров в 2 яруса; 7,00 м – для судов с загрузкой контейнеров в 3 яруса;  
- 9,10 м – для судов с загрузкой контейнеров в 4 яруса; 50% контейнеров могут быть порожними, в противном случае следует применять балластировку;
4. Некоторые из существующих водных путей могут рассматриваться как относящиеся к классу IV по максимальной допустимой длине судов и составов, даже если их максимальная ширина составляет 11,40 м, а максимальная осадка – 4,00 м;
5. Значение осадки для конкретного водного пути должно определяться с учетом местных условий.



Таблиця 2

*Габарити фарватера системи ДМР*

Участок	Навигационный участок, км	Ширина фарватера, м	Мин. глубина фарватера, м	Минимальная полезная высота судоходного пролета лимитирующего моста, м
	Северное море – Бовен – Рейн (1036,2-867,46)	110,0	2,5	9,10
Рейн	Бовен – Рейн – Майнц	120,0	1,90	9,10
Майн	Майнц – Бамберг	36,0	2,50	6,40
Майн – Дунай	Бамберг – Кельхайм	36,0	4,00	6,00
Дунай	Кельхайм – Сулина	40	1,85	6,07

Объемы международных перевозок по Европейским внутренним водным путям (ВВП) напрямую зависят от возможности совместного использования водных коммуникаций унифицированными судами разных стран (обычно это речные баржи типа «Европа»), т.е. от проходных осадок, габаритов каналов и шлюзов, минимальных проходных высот под мостами.

Среди СВВП, которые в настоящее время эксплуатируются в системе ДМР, есть много судов, спроектированных не под условия Дуная и с заметно избыточными прочностными возможностями (класс РС ПСП, класс РРР «О 2,0», «М-СП 3,5» и пр.), что привело к существенным отличиям в их главных характеристиках. Например, суда типа «Волго-Дон» класса «О-ПР 2,0» с их осадкой в 3,50 м могут эксплуатироваться только до портов Югославии, причем не во всякий сезон и не каждый год. После разрушения системы «Интерлихтер» стала нерентабельной эксплуатация лихтеров типа ДМ класса река-море плавания R2-RSN (6,0 м высота волны), представляющих собой фактически половину баржи типа «Европа-2Б» и соответственно имеющих более высокий стандарт общей прочности.

**Типовыми** самоходными судами являются речные сухогрузные и нефтеналивные баржи-секции типа «Европа-2Б» грузоподъемностью  $Q_{гр} = 1600...2000$  т, габариты которых унифицированы –  $L \times B \times D \times d = 76,0...76,5 \times 11,0...11,4 \times 3,20 \times 2,7...3,0$  м и надводным габаритом не более 5,25 м, поэтому понятной целью процесса проектирования является минимальная металлоемкость конструкции.

Однако правильным для этих судов будет несколько более широкая трактовка целевой функции. Оптимизация массы корпуса должна отражать класс судна, однако, не в привычном понимании района плавания, который для барж типа «Европа-2Б» практически всегда единый (в обозначениях [3] 2 район, допускаемая высота волны 0,6 м), а допустимая технология (порядка) погрузки-выгрузки, как инструмент учета фактических рисков, которые возникают на протяжении всего жизненного цикла эксплуатации (со сроком службы до 30-35 лет).

Такая сухогрузная баржа-секция предназначается для перевозок генеральных, навалочных грузов и контейнеров международного стандарта методом толкания на всем протяжении системы ДМР. По архитектуре это одноотрубное судно, с форпиком и ахтерпиком, с двойным дном и бортами. В конструкции традиционно уже много десятилетий применяют поперечную систему набора корпуса, имеющую преимущества в постройке.

Трюм закрывается передвижными люковыми крышками. Его раскрытие обеспечивается примерно на 50 %. Носовая оконечность санообразного типа, кормовая имеет небольшой подъем от основной линии или без него.

Наливная баржа-секция предназначается для перевозки наливных грузов методом толкания также на всем протяжении системы ДМР.

Основное устройство и оборудование ее выполняются по типу сухогрузной баржи-секции. Корпус судна разделен поперечными и продольными переборками на форпик, ахтерпик, наливные грузовые танки и коффердамы.

Анализ эксплуатации судов такого типа позволяет выявить те факторы, которые оказывают наибольшее влияние на риск в течение всего срока службы [2].

Например, при нормальной интенсивности эксплуатации несамостоятельное судно, работающее на Дунае, за год примерно 250 раз проходит через шлюзы, самостоятельное судно – 300 раз соответственно. На всей протяженности системы ДМР от порта Сулина до порта Роттердам имеются 82 шлюза (из них на участке соединения Дунай-Майн от Йохенштайна до Ашаффенбурга 52 шлюза). При нормальной интенсивности эксплуатации (14 рейсов для несамостоятельного и 18 рейсов для самостоятельного грузового судна ежегодно) по всей протяженности системы ДМР несамостоятельное судно за год около 1100 раз (!!!) будет проходить через шлюзы. Для самостоятельного судна эта величина приблизительно составит 1500 шлюзований.

Очевидна роль этого фактора риска и его последствий – касаний стенок шлюзов и каналов, приводящих к дополнительному истиранию ширстречного и скулового поясов бортовой обшивки и деформированию набора, их подкрепляющего. Особенно при этом страдают связи в носовой оконечности.

Еще одной особенностью является то, что европейские СВВП эксплуатируются, как правило, на мелководье обитаемых и обжитых рек, проходящих по развитым странам со строгим природоохранным законодательством и влиятельными экологическими организациями. Следовательно, такое событие как посадка на мель является для СВВП системы ДМР событием достаточно регулярным и при этом более опасным, чем в иных водных бассейнах.

Опасности, обусловленные путевыми условиями, проявляются по-разному:

- непосредственно, как главная причина аварии – контакт со стенками шлюзов и каналов, а особенно посадка на мель, могут сами по себе привести к перелому корпуса;

- косвенно, как фоновая причина аварии – накопление поврежденный днища, скулы, а также бортов, которые за определенный период могут существенно снизить несущую способность корпуса и способствовать перелому в иной ситуации, например, во время грузовых или ремонтных операций.

Применение плавучих кранов, которые широко используются, например, на рейдовых перевалочных комплексах, приводит к повреждениям бортовых конструкций СВВП при повороте стрелы крана, при раскачивании на волнении, при проходе рядом других судов. Особенно опасным данное событие бывает в начале погрузки или в конце выгрузки, когда низкобротный корпус плавучего крана с хорошей кранцевой защитой контактирует с поясом бортовой обшивки, не защищенным привальным брусом.

Аналогичные повреждения возникают при контакте бортовых конструкций, особенно ширстрека и скулы, со стенками каналов и шлюзов.

Анализ ремонтных ведомостей, грузовых и вахтенных журналов более чем 140 судов за длительный период эксплуатации позволил выявить типовые дефекты и повреждения их корпусов, что, в свою очередь, дало возможность достаточно обоснованно определить основные источники повреждений корпусов СВВП системы ДМР. На рисунке 1 приведены типовые повреждения корпуса, а на рисунке 2 – соответствующие причины, их вызывающие.

При этом сами переломы корпусов чаще всего происходят во время погрузки и выгрузки, так как в условиях отсутствия волнения именно они приводят к неконтролируемому и опасному росту изгибающего момента.

Моделирование возможных вариантов погрузки-выгрузки сухогрузных несамоходных СВВП показал, что наиболее важными с позиций сохранения прочности судов при грузовых операциях являются (см. схему на рисунке 3):

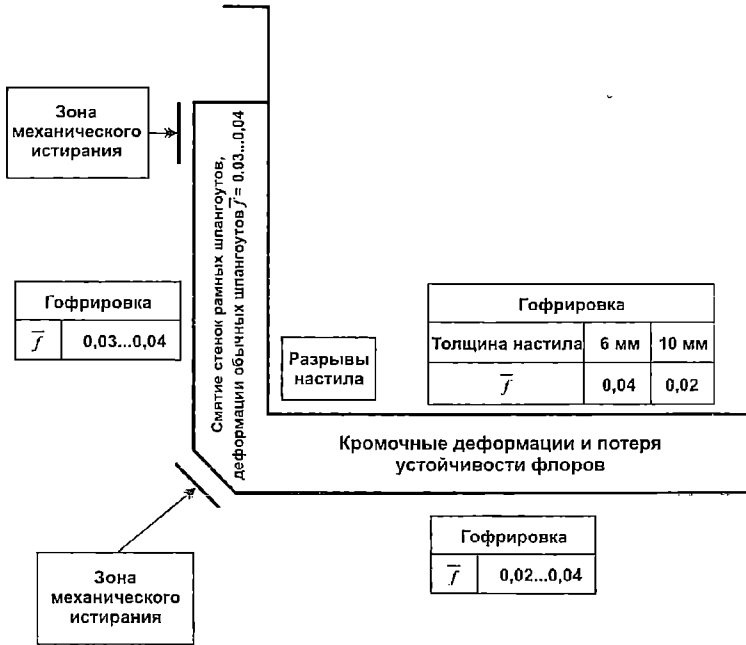


Рис. 1. Повреждения корпуса баржи типа «Европа-2Б»:  $\bar{f}$  – относительная стрелка прогиба

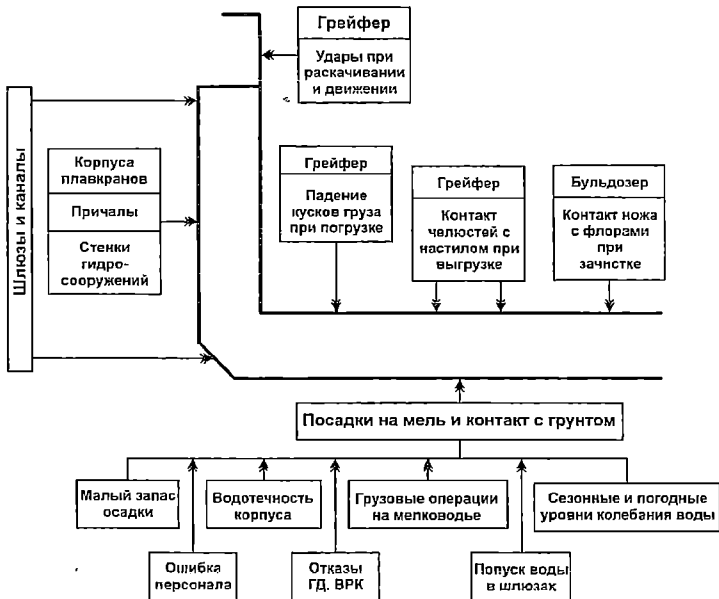


Рис. 2. Источники повреждений корпуса баржи-секции



Рис. 3. Варианты проведения грузовых операций

- вариант погрузки одним грузовым устройством в один проход цола в корму (в силу наличия определенной симметрии оконечностей этот вариант дает для несамородных судов практически те же результаты, что и вариант с кормы в нос);

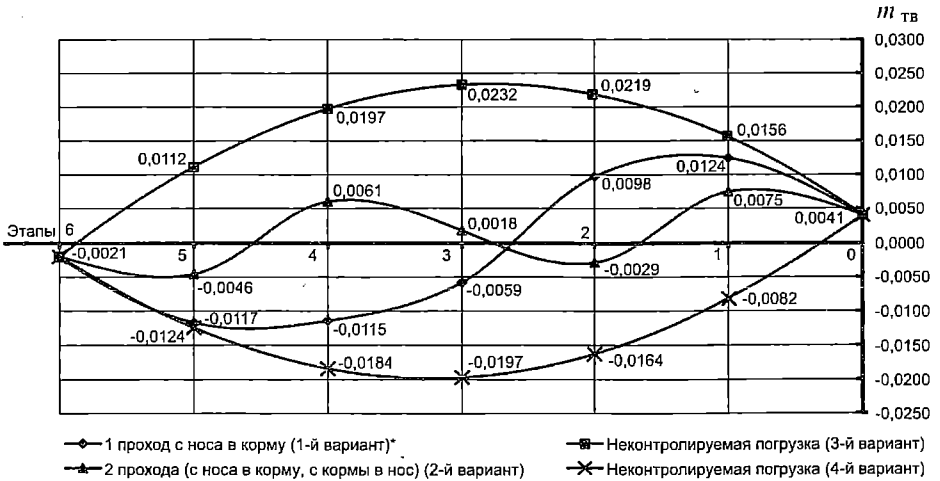
- вариант погрузки одним грузовым устройством в два прохода;
- вариант погрузки двумя грузовыми устройствами от оконечностей к миделю;
- вариант погрузки двумя грузовыми устройствами от миделя к оконечностям.

Первые два варианта представляют собой случаи регламентируемой или «контролируемой» организации грузовых операций. Именно такие варианты являются типовыми для инструкции по загрузке (ИЗ) и для типовых расчетов прочности корпусов существующих СВВП.

Два последующих варианта являются наиболее опасными случаями «неконтролируемой» организации грузовых операций, так как вариант погрузки от оконечности к миделю (3) приводит к максимально возможному перегибу корпуса, а вариант погрузки от миделя к оконечностям (4) – к максимально возможному прогибу.

Конечно, подобные нарушения могут представляться несколько искусственными, но именно такие схемы дают наибольшие отклонения в сравнении с регламентированными операциями.

Результаты численного моделирования в виде наибольших величин коэффициентов изгибающих моментов  $m_{расч} = M_{расч} / 9,81 \cdot \Delta \cdot L$ , где  $\Delta$  – водоизмещение судна,  $L$  – длина, приведены на рисунке 4. Как видно из рисунка 4, у баржи-секции типа «Европа-2Б» для первого варианта величина  $m_{ТВ} = 0,0124$  (при 23 % от общего количества груза), для второго варианта величина  $m_{ТВ} = 0,0075$  (при 13 % от общего количества груза), для третьего варианта величина  $m_{ТВ} = 0,0232$  (при 48 % от общего количества груза), для четвертого варианта величина  $m_{ТВ} = -0,0197$  (при 52 % от общего количества груза).



*Рис. 4. Изменения наибольшего изгибающего момента при грузовых операциях для баржи секции типа «Европа-2Б»*

Таким образом, изменение схемы погрузки баржи типа «Европа-2Б» с однослойной к двухслойной уменьшает изгибающий момент в 1,65 раза, неконтролируемая погрузка увеличивает в сравнении с однослойной наибольшие при грузовых операциях изгибающие моменты в 1,87 раза, а в сравнении с двухслойной – в 3,09 раза.

Подавляющее большинство переломов корпусов СВВП, особенно в системе ДМР, где практически нет значимого волнения, происходит из-за потери устойчивости элементов сжатого пояса эквивалентного бруса, что, безусловно, связано с широким применением в европейском речном судостроении поперечной системы набора.

Количественный и качественный рост стандарта общей прочности, с помощью которого можно парировать выше перечисленные опасности, может быть обеспечен следующими мероприятиями:

- увеличением толщин и размеров связей, т.е. увеличением металлоемкости корпусов;

- изменением методики расчета усилий от общего изгиба за счет увеличения для отдельных классов расчетного дополнительного (волнового и ударного) изгибающего момента; введением учета неравномерности загрузки судов и затопления пиков; проверки общей прочности при грузовых операциях для промежуточных случаев из ИЗ; проверки общей прочности при удифферентовке судна для осмотра винта, что может, в итоге, приводить к увеличению размеров связей;

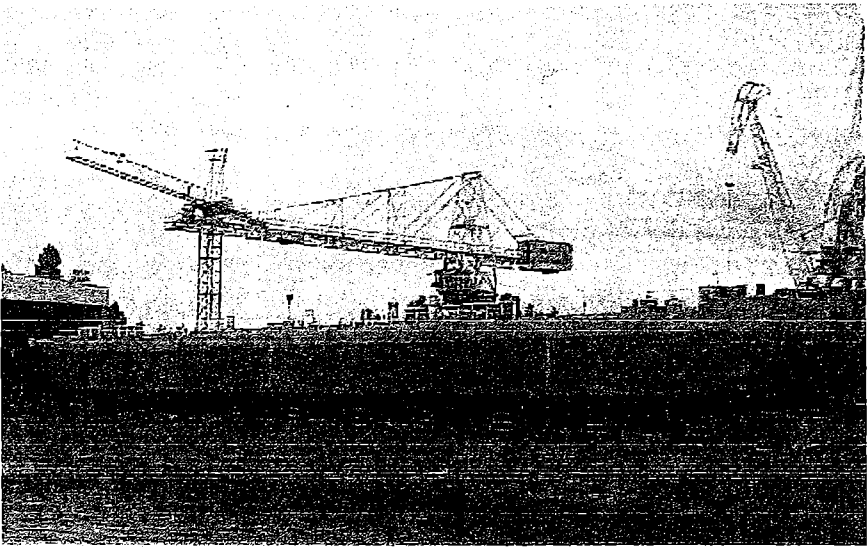
- изменением методики расчета общей прочности за счет увеличения коэффициентов запаса; проверки прочности для корпуса к концу срока службы с учетом износа и деформаций, что также может приводить к увеличению размеров связей;

- сменой поперечной системы набора крайних поясков эквивалентного бруса на продольную;

- для продольной системы набора увеличением устойчивости продольных РЖ за счет уменьшения рамной шпации и увеличения момента инерции поперечного сечения профилей продольных РЖ.

Как уже отмечалось, главным фактором опасности для СВВП системы ДМР являются грузовые операции, соответственно, управление этим риском влияет на конструктивные и проектные решения. Это можно проиллюстрировать на примере спроектированных в разное время Морским Инженерным Бюро барж типа «Европа-2Б» новых проектов, имеющих одинаковые размерения.

В период с 1999 по 2005 год Килийский судостроительно-судоремонтный завод (КССРЗ) построил 19 барж типа «Европа-2Б» конверсионного типа проектов 1635ОУ и 1635ОМДЛ, спроектированных Морским Инженерным Бюро и КБ КССРЗ под руководством главного конструктора В.А. Кириченко (см. рисунок 5).



*Рис. 5. Баржа типа «Европа-2Б» проекта 1635ОМДЛ на стапеле КССРЗ*

Эти баржи строили путем соединения двух корпусов сухогрузных лихтеров «Дунай – море» класса РС ПСП, оставшихся после прекращения деятельности «Интерлихтера». Главные параметры указаны в таблице 3.

Например, баржи пр. 1635ОУ конверсировались путем стыковки двух лихтеров типа ДМ пр. 1635К после удаления ахтерпиков на длине 2,75 м. Величины фактических толщин продольных связей, использованных при постройке, представлены в таблице 3.

Таблиця 3

*Остаточные толщины продольных связей корпуса баржи пр. 16350У*

Наименование связи	Строительная толщина $S_0$ , мм	Фактическая остаточная толщина при конверсии $S_{факт}$ , мм	Износ, %
Обшивка днища	10,0	8,75	12,50
Обшивка днища	8,0	7,0	12,50
Обшивка борта	8,0	7,0	12,50
Ширстрек	10,0	8,75	12,50
Настил палубы	8,0	7,52	6,0
Стенка комингса	12,0	11,76	2,0
Полка комингса	10,0	9,80	2,0
Обшивка 2-го борта	8,0	7,68	4,0
Настил двойного дна	10,0	9,50	5,0

По результатам проектных расчетов было дополнительно установлено продольное разрезное ребро жесткости на стенке продольного комингса для обеспечения устойчивости стенки комингса при продольном изгибе корпуса.

Компенсация недостатка момента сопротивления комингса осуществлялась путем приварки к верхней части его стенки накладной полосы 20 x 200 мм.

Момент сопротивления днища неподкрепленного корпуса с учетом редуцирования гибких связей также был недостаточен из-за низкой устойчивости днищевой обшивки. Для устранения данной проблемы установлены два продольных разрезных ребра жесткости (полособульб № 10, по одному ребру с каждого борта), приваренных изнутри бортовых отсеков к днищевой обшивке. Установленные ребра не включались в расчет эквивалентного бруса, а лишь служили опорами для пластин днища.

Судно было спроектировано и построено по Правилам классификации и постройки судов внутреннего плавания Бюро Веритас; Рекомендациям по унификации флота Дунайских пароходств; Рекомендациям по унификации электрооборудования толкаемых составов на Дунае; Основным положениям о плавании по Дунаю (ОППД) и Основным рекомендациям по применению ОППД компетентными властями Придунайских государств. Основные характеристики приведены в таблице 4, а общий вид представлен на рисунке 6.

В носовой оконечности судна имеется стабилизирующий обтекатель. Грузовой трюм длиной 65,4 м выполнен в ящичной форме. Люковые закрытия телескопического типа со сдвигающимися вручную крышками.



Таблица 4

*Основные характеристики барж типа «Европа-2Б»  
 Морского Инженерного Бюро, строившихся на Килийском ССРЗ*

Параметр	Пр. RDB06	Пр. RDB11	Пр. 1635ОУ
Длина габаритная, м	76,02	76,02	76,50
Длина, м	76,00	76,00	76,10
Ширина габаритная, м	11,44	11,44	11,04
Ширина, м	11,40	11,40	11,00
Высота борта, м	3,20	3,20	3,90
Осадка по КВЛ, м	3,00	3,00	3,1
Осадка порожнем, средняя, м	0,56	0,56	0,54
Габаритная высота от ОП до верхней кромки несъемных частей, не более, м	5,30	5,30	4,99 – до верхней кромки комингса
Грузоподъемность (около), т	2000	2000	2033 (пр. 1635ОУ)/ 2097 (пр. 1635ОМДЛ)
Вместимость грузового трюма, м <sup>3</sup>	2228	2106	2667
Люковые закрытия	Телескопического типа со сдвигающимися вручную крышками	Телескопического типа со сдвигающимися вручную крышками	Понтонного типа
Класс	I3/3E ✕ side tank vessel loading and unloading in two runs /NP NI2 ice	I3/3E ✕ side tank vessel /NP NI2 ice	KM ★ B2

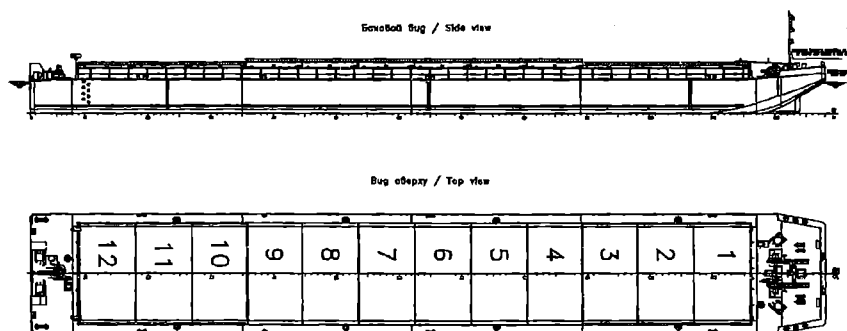


Рис. 6. Общий вид барж проектов RDB06 и RDB11

Корпус имеет двойное дно, двойные борта, верхнюю палубу с шириной раскрытия 0,79 В, непрерывные продольные комингсы грузового люка высотой 1,20 м. Поперечные переборки в трюме и в бортовых отсеках плоские. Вторые борта, наружные борта, верхняя палуба, продольные комингсы люка и палубный стрингер, ахтерпик выполнен по продольной системе набора; конструкция носовой оконечности, днища и второго дна – по поперечной. В грузовой части корпуса установлены двойные борта, набранные по продольной системе набора.

Междудонные, бортовые отсеки, ахтерпик и форпик являются сухими отсеками.

Высота междудонных отсеков 600 мм. Ширина бортовых отсеков 1200 мм.

В качестве материала основных конструкций корпуса применяется судостроительная сталь категории А с пределом текучести 235 МПа, кроме ширстрека, который в средней части изготовлен из стали категории В.

Второе дно рассчитано на интенсивность распределенной нагрузки 6,5 т/м<sup>2</sup>.

Поперечная шпация в носовой оконечности и в средней части судна (шп. 8-128) имеет размер 600 мм; в кормовой оконечности (шп. 0-8) – 500 мм;

В бортовых отсеках установлены три водонепроницаемые поперечные переборки, разделяющие межбортовое пространство на четыре непроницаемых отсека.

Предусмотрена возможность установки подруливающего устройства мощностью 95 кВт с питанием от толкача.

Головная баржа пр. RDB06 DS 1863 была спущена 8 апреля 2005 года на КССРЗ. Баржи строились по схеме кредитования австрийским банком «Bank für Arbeit und Wirtschaft AG» при непосредственном участии «Oesterreichische Kontrollbank AG».

Баржи новой конструкции работают на Верхнем Дунае с выходом на Рейн.

Планировалась ее активная загрузка в контейнерном варианте от Роттердама до Будапешта, с движением в устьевые украинские порты. Предполагалось, что судно пр. RDB06 DS 1863 будет элементом перспективной транспортной системы с участием морских сухогрузных судов пр. RSD09. Такая схема позволяла замкнуть трансконтинентальную систему перевозок от Северного моря до портов Северной Африки через Измаил, Килию, Рени судами Дунайского пароходства.

В корпусах пр. RDB06 реализованы привычные для барж дунайского региона решения (как по набору корпуса, так и высоте двойного дна, которая, по сути, не предназначена для ремонта в будущем).

Следующий проект RDB11, напротив, был спроектирован с учетом накопленного отечественного и зарубежного опыта, который показал недостаточную общую прочность существовавших судов.

Принципиальное отличие проектов состоит в том, что корпуса пр. RDB11 имеют продольную систему набора, корпуса пр. RDB06 – поперечную систему набора (см. сравнения в таблице 5, мидель шпангоуты – см. рисунки 7 и 8 соответственно).

Основные проблемы прежнего поколения барж были связаны в первую очередь с недостаточной устойчивостью пластин обшивки и палуб при поперечной системе набора, особенно при сжатом днище.

Для корпусов с продольной системой набора количество переломов корпуса в среднем соответствует вероятности за весь срок эксплуатации 0,0028 против 0,0114 при поперечной. Таким образом, при поперечной системе набора вероятность перелома в 4,1 раза больше, чем при продольной.

Таблица 5

*Прочностные характеристики проектов дунайских барж  
типа «Европа-2Б»*

Наименование характеристики	Проект RDB11	Проект RDB06	Проект 16350У
	Киевский ССРЗ	Кикийский ССРЗ	Кикийский ССРЗ
Высота борта, м	3,20	3,20	3,90
Высота комингса люка	1,20	1,20	1,09
Высота двойного дна, м	0,80	0,60	0,43
Масса корпуса, т	358,7	356,2	
Водоизмещение порожнем (с учетом люковых закры- тий), т	428	430,5	385,1
Момент сопротивления корпуса по комингсу, м <sup>3</sup>	0,2891	0,2908	0,2051 (0,1965*)
Момент сопротивления корпуса по днищу, м <sup>3</sup>	0,6464	0,5929	0,4300 (0,1931*)
Предельный момент корпуса при перегибе, кНм	67880	47330	45380
Предельный момент корпуса при прогибе, кНм	67950	68330	48210
Примечание: * – с учетом редуцирования.			

За счет изменения системы набора с поперечной на продольную, при практически той же металлоемкости (она увеличилась на 2,5 тонны), удалось на 43 % увеличить предельный изгибающий момент корпуса RDB11 при перегибе и тем самым обеспечить равнопрочность корпуса, как при перегибе, так и при прогибе.

Это принципиально важно для речных судов, так как главной опасностью для них и основной нагрузкой являются усилия на тихой воде, возникающие при грузовых операциях.

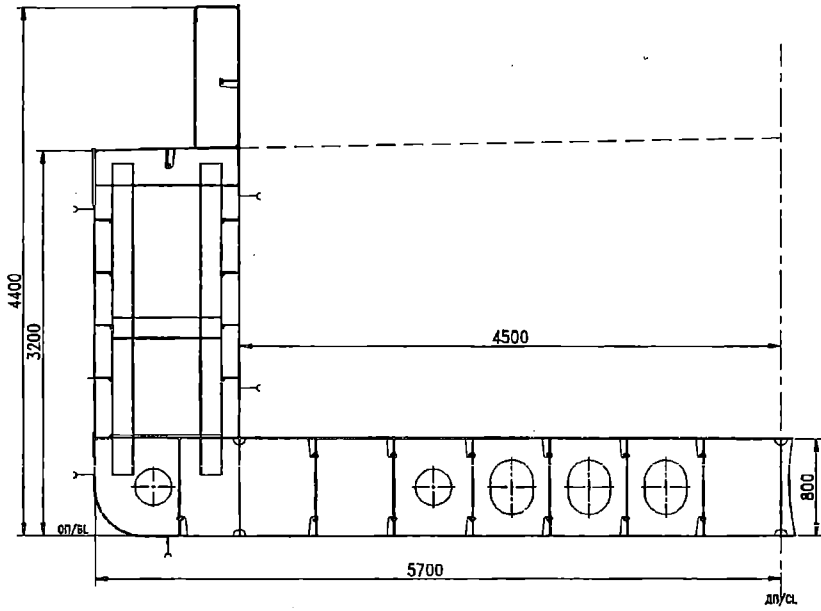


Рис. 7. Мидель-шпангоут баржи проекта RDB11

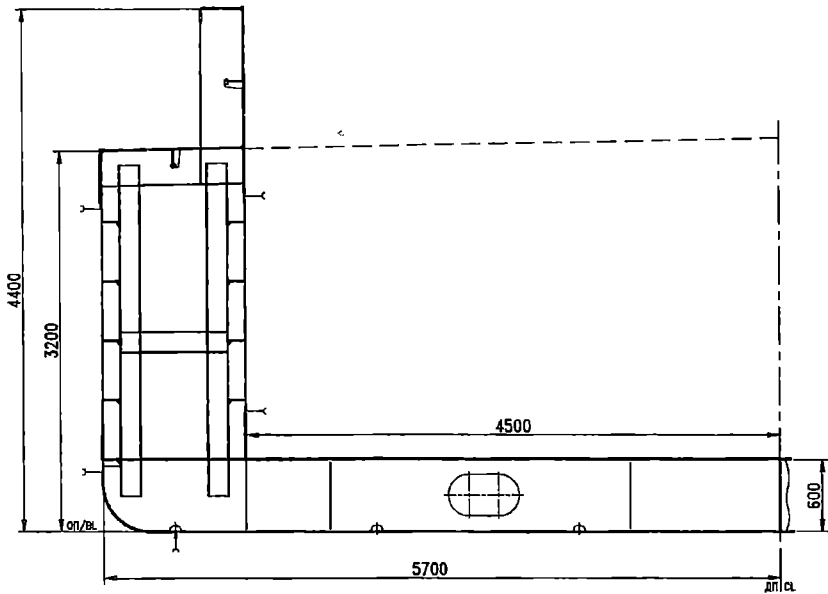


Рис. 8. Мидель-шпангоут баржи проекта RDB06

Это же позволило снять обязательное для баржи пр. RDB06 ограничение погрузки-выгрузки только в два слоя (в два прохода). Баржи пр. RDB11 могут грузиться в один проход, что существенно сокращает стояночное время и существенно снижает роль человеческой ошибки при неверном распределении груза и неверном порядке погрузки-выгрузки.

Кроме того, уменьшение величины при перегипе (днище сжато) в случае поперечной системы набора происходит с большим градиентом, чем при иных условиях. Это приводит к тому, что суда, набранные по поперечной системе набора, быстрее теряют несущую способность.

Уменьшение предельного момента корпуса при поперечной системе набора составляет около 1,8 % в год от построечной величины. Уменьшение этой величины при продольной системе набора крайних связей составляет около 0,8 % в год от построечной величины.

Хронология строительства барж типа «Европа-2Б» приведена в таблице 6.

*Таблица 6*

*Хронология строительства барж типа «Европа-2Б»  
Морского Инженерного Бюро (проекты 16350У, 16350МДЛ, RDB06)*

Название	Верфь, строительный номер	Дата закладки	Дата спуска	Дата сдачи
UDP-SL-016	Кикийский ССРЗ			1999
UDP-SL-017	Кикийский ССРЗ			1999
UDP-SLG-001	Кикийский ССРЗ			2001
UDP-SLG-002	Кикийский ССРЗ			2001
UDP-SLG-003	Кикийский ССРЗ			2001
UDP-SLG-004	Кикийский ССРЗ			2001
UDP-SLG-005	Кикийский ССРЗ			2001
UDP-SLG-006	Кикийский ССРЗ			2002
UDP-SLG-007	Кикийский ССРЗ			2002
UDP-SLG-009	Кикийский ССРЗ			2004
UDP-SLG-010	Кикийский ССРЗ			2004
UDP-SLG-013	Кикийский ССРЗ			2004
UDP-SLG-014	Кикийский ССРЗ			2004
UDP-SLG-015	Кикийский ССРЗ			2004
UDP-SLG-016	Кикийский ССРЗ			2004
UDP-SLG-017	Кикийский ССРЗ			2004
UDP-SLG-018	Кикийский ССРЗ			2005
UDP-SLG-019	Кикийский ССРЗ			2005
UDP-SLG-020	Кикийский ССРЗ			2005
DS1863	Кикийский ССРЗ, 40D552	30.12.03	24.04.05	29.04.05
DS1864	Кикийский ССРЗ, 09752K	09.12.05	07.03.06	20.03.06

**Заклучение.** За счет изменения системы набора с поперечной на продольную, при практически той же металлоемкости (она увеличилась на 2,5 тонны), удалось на 43 % увеличить предельный изгибающий момент корпусов новых барж типа «Европа-2Б» при перегибе и тем самым обеспечить равнопрочность корпуса, как при перегибе, так и при прогибе.

Таким образом, принятые конструктивные решения обеспечили большую надежность корпусов барж новых проектов, чем судов ранней постройки, набранных по поперечной системе набора.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Егоров Г.В. Проектирование судов ограниченных районов плавания на основании теории риска. – СПб.: Судостроение, 2007. – 384 с.
2. Егорова О.Г. Факторы, влияющие на надежность корпусов грузовых судов Дунайского региона // Труды НТК по СМК памяти проф. П.Ф. Папковича. – СПб.: Крыловский государственный научный центр, 2015. – С. 31-32.
3. Наблюдение за рынком Дунайского судоходства 2014 года: Дунайская Комиссия. – Будапешт, 2015. – 23 с.
4. Рекомендации, касающиеся согласованных на европейском уровне технических предписаний, применимых к судам внутреннего плавания (Приложение к резолюции № 61) // Рабочая группа по внутреннему водному транспорту / Европейская экономическая комиссия ООН. – 2006 (с учетом поправок 2013 г.). – 242 с.

*Стаття надійшла до редакції 15.09.2017*

#### **Рецензенти:**

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

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

УДК 629.5.01:629.54

Г.В. Егоров, А.Г. Егоров

### ПЕРСПЕКТИВЫ СУЩЕСТВУЮЩИХ СУДОВ СМЕШАННОГО РЕКА-МОРЕ И ВНУТРЕННЕГО ПЛАВАНИЯ

*Приведена история создания и работы судов смешанного река-море плавания. Проанализированы основные серии существующих судов внутреннего и смешанного плавания, указаны их актуальные районы плавания, техническое состояние и средний возраст. Даны рекомендации по проектированию конструктивных элементов новых судов.*

**Ключевые слова:** водный транспорт, речные суда, суда смешанного река-море плавания, судостроение, проектирование, районы плавания, возраст, опыт.

*Приведено історію створення й роботи суден змішаного ріка-море плавання. Проаналізовано основні серії існуючих суден внутрішнього й змішаного плавання, зазначено їх актуальні райони плавання, технічний стан і середній вік. Дані рекомендації по проектуванню конструктивних елементів нових суден.*

**Ключові слова:** водний транспорт, річні судна, судна змішаного ріка-море плавання, суднобудування, проектування, райони плавання, вік, досвід.

*The history of creation and operation of river-sea vessels is given. The main series of existing river and river-sea vessels are analyzed, their actual sailing areas, technical condition and middle age are specified. Design recommendations of structural elements of new vessels are given.*

**Keywords:** water transport, river vessels, river-sea vessels, shipbuilding, design, sailing areas, age, experience.

**Постановка проблемы.** Флот судов смешанного река-море плавания (ССП) и коастеров является активным участником экспортно-импортных перевозок и бесперевалочных каботажных перевозок в постсоветских странах (Россия, Украина, Азербайджан, Казахстан, Туркменистан, Литва, Латвия, Эстония, Грузия).

Другим направлением использования ССП является рейдовая перегрузка с ССП на морские суда, которая широко применяется в Черном и Азовском море. В мировой морской практике (США, Англия, Дания, Норвегия, Египет и др.) такие операции называют схемой ship-to-ship или STS операции.

Схема STS перевалки с судов «река-море» плавания на морские суда нефтепродуктов с использованием танкеров-накопителей дает возможность формировать большие партии груза для морских танкеров, водоизмещением 100-150 тыс. тонн. Через рейдовые перегрузочные комплексы переваливаются также сера, зерно и минеральные удобрения.

Безусловно, старение флота и волны мирового экономического кризиса отразились на общей численности ССП, но их работа остается жизненно важной для постсоветского пространства.

**Целью статьи** является исследование состояния флота водного транспорта с анализом перспектив старых «советских» серий судов, что крайне важно для понимания возможной загрузки отечественных судостроительных заводов.

Изложение основного материала. По данным Росстата [1] за 2016 год на внутренних водных путях было перевезено 117,9 млн. тонн грузов, что составляет 97,1 % к соответствующему периоду прошлого года (2015 год – 121,4 млн. т). В том числе в районы Крайнего Севера было отправлено 18,5 млн. тонн грузов, что на 9 % превышает показатель перевозок за соответствующий период прошлого года (2015 год – 16,9 млн. т). При этом грузооборот вырос на 5,6 % по сравнению с прошлым годом и составил 672166,2 млн. т км.

В качестве примера активной работы транспортных судов смешанного и внутреннего плавания можно привести результаты деятельности входящих в UCL Holding трех ведущих судоходных компаний в 2016 году:

1. Как сообщает пресс-служба «В.Ф. Танкер» [2], общий объем грузов, перевезенных компанией в период навигации 2016 года с апреля по ноябрь, составил 2,9 млн. тонн – 2,5 млн. тонн грузов (рост 21 % к аналогичному показателю 2015 года) перевезено по внутренним водным путям Единой глубоководной системы. Порядка 0,4 млн. тонн грузов перевезено по международным маршрутам, включая регионы Азовского, Черного, Средиземного, Балтийского, Северного морей и северо-восточной части Атлантического океана. Всего с апреля по ноябрь 2016 года для грузоперевозок по ВВП компания задействовала 45 танкеров и 11 барже-буксирных составов. Новые ССП проектов RST27 и RST54 составили по численности 56 % самоходного флота компании «В.Ф. Танкер». Ключевыми факторами, обусловившими рост объемов грузоперевозок по ВВП в навигацию текущего года, стали более благоприятные для судоходства, в сравнении с ситуацией прошлых лет, гидрологические условия и, как следствие, сокращение времени на прохождение лимитирующих участков. 77 % перевозок пришлось на экспорт нефтеналивных грузов из речных российских портов до рейдовых перевалочных комплексов южного бассейна, 23 % – в направлении нефтяных терминалов северо-западного бассейна. В структуре перевезенных грузов свыше 70 % составили перевозки жидкого битума, мазута, вакуумного газойля (ВГО) и дизельного топлива. Учитывая фактические путевые



условия, компании удалось максимизировать объем перевозок за счет оптимального использования широкой проектной линейки судов, находящихся в управлении, путем использования как прямых перевозок, так и рейсов с промежуточной перевалкой груза. В прямых перевозках между российскими речными и морскими портами в период навигации доставлено 1,8 млн. тонн грузов (72 % грузоперевозок). Из них танкерами смешанного плавания проектов RST27 и 19614 перевезено порядка 1,4 млн. тонн (78 % от общего объема), судами проектов RST54 и 05074Т – 380 тыс. тонн (21 % от общего объема). В рейсах с промежуточной перевалкой перевезено 0,7 млн. тонн нефтегрузов (28 % грузоперевозок).

2. По сообщению пресс-службы «Волжского пароходства» [3] 10 новых современных сухогрузных судов смешанного плавания проекта RSD44, работавшие в Южном бассейне, перевезли 1 млн. тонн зерновых грузов и серы, около 20% всех перевозок компании. По оперативным данным за отчетный период судами пароходства перевезено 5,2 млн. тонн грузов, что меньше показателя прошлого года на 7 %. Грузооборот составил 5,3 млрд. ткм, на уровне прошлого года. Навигация продолжалась 242 дня, с 30 марта по 27 ноября 2016 года. В структуре перевозок экспортные грузы составили 3,5 млн. тонн, на 238 тыс. тонн или 7 % больше чем в прошлом году. Объем грузов, перевезенных по внутрироссийским маршрутам, снизился на 606 тыс. тонн или 26 % до 1,7 млн. тонн. В навигацию 2016 года почти треть от всего объема грузов составили зерновые грузы. Судами пароходства перевезено 1,57 млн. тонн зерна, на 21,5 % меньше, чем в прошлом году. На экспорт перевезено в 2,6 раза больше металла – 0,9 млн. тонн. Транспортировка серы составила 1 млн. тонн, что на 14,5 % больше прошлогодних объемов. Основным внутрироссийским грузом стал щебень из карьеров Карелии. Суда пароходства перевезли 1,1 млн. тонн щебня, на уровне прошлого года.

3. По сообщению пресс-службы Северо-Западного пароходства (СЗП) [4], многоцелевые сухогрузные суда смешанного река-море плавания проекта RSD49 типа «Нева-Лидер» и модернизированные с поднятием комингса по проекту Морского Инженерного Бюро суда проекта 05074М типа «Волжский» активно использовались пароходством для перевозки зерновых грузов из речных терминалов в море на рейдовые перегрузочные комплексы в районе порта Кавказ с последующей перевалкой на морские суда (т.е. для лихтеровки). В 2016 году такие перевозки зерновых грузов по контрактам Северо-Западного пароходства (входит в UCL Holding) составили 1,12 млн. тонн, превысив на 35 % результат 2015 года. В общем объеме зерновых, предназначенных для лихтеровки, перевозки пшеницы составили около 900 тыс. тонн, превысив на 55 % показатель прошлого года, ячменя, кукурузы, льна и других зерновых – 220 тыс. тонн. Все операции по лихтеровке зерна проводились в морских портах Азово-Черноморского бассейна. По предварительным прогнозам, в 2016 году объемы зерна для лихтеровки составят около 60 % всех зерновых грузов Северо-Западного пароходства, перевезенных в экс-

портно-импортном направлении и между иностранными портами. Увеличение данного сегмента в структуре СЗП обусловлено значительным урожаем зерновых культур в 2016 году и высокой рентабельностью перевозок до конечных портов Африки и Ближнего Востока с использованием морских судов большой грузоподъемности. В 2017 году пароходство намерено увеличить объемы лихтеровки зерна с использованием ССП.

Численность этого флота весьма значительна. В конце 2016 году с классами российских обществ (от R1 до O-ПР) было 1725 сухогрузных и нефтеналивных судов, а также буксиров и барж. Динамика численности действующего флота транспортных судов ограниченных районов плавания в 2007-2016 годах представлена в таблице 1.

Безусловно, старение флота и волны мирового экономического кризиса отразились на общей численности ССП, но их работа остается жизненно важной для народного хозяйства страны.

*Таблица 1*

*Динамика численности транспортных судов  
ограниченных районов плавания*

Класс Регистра	2007 год, ед.	2010 год, ед.	2016 год, ед.	Выбыло к 2016 году по сравнению с 2007 годом, ед.
PC R1	320	304	231	-89
PC R2	265	231	229	-36
PC R2-RSN	584	471	397	-187
PC R3-RSN	272	182	115	-157
PPP M-СП	369	347	212	-157
PPP M-ПР	372	347	351	-21
PPP O-ПР	312	237	190	-122
Всего	2494	2119	1725	-769

Обычно говорят, что история судов смешанного река-море плавания (ССП) в отечественном судоходстве начинает свой отсчет с середины 60-х годов прошлого столетия, когда была создана единая глубоководная система внутренних водных путей европейской части СССР и появились массовые серии современных судов, пригодных для совершения соответствующих рейсов.

Но это упрощенный взгляд – восточные славяне уже к IX веку освоили не только речные системы Восточной Европы, но и бассейны Черного, Азовского, Каспийского морей.

Великий торговый путь или как сейчас принято говорить, международный транспортный коридор «из варяг в греки», проходивший по внутренним водным путям Новгородской и Киевской Руси через Неву,

Ладогу, Волхов, Ильмень, Ловать, Днепр, мог существовать только при наличии судов, которые использовались как в Балтийском и Черном морях, так и по рекам.

Но уже тогда на развитие судоходства серьезное влияние оказывала позиция правительства, например, новгородские торговцы сами практически не ходили на европейские порты, была организована перевалка с коггов Ганзейского союза на речные суда в Ладоге и устье Охты.

Напротив, в северном направлении (по будущей Северо-Двинской системе или по тем рекам и озерам, которые потом войдут в состав Беломорско-Онежского канала) на морских ладьях, шитиках, стругах, насадах, ушкуях новгородцы выходили в Белое море и далее в Ледовитый океан, собирая дань и занимаясь торговлей, так как Великий Новгород активно осваивал именно северо-восток, расширяя свое жизненное пространство.

Конечно, размеры и грузоподъемность этих судов были несравнимы с современными, представления о безопасности далеки от взглядов XX и XXI века, но уже тогда были понятны особенности ССП, связанные с путевыми условиями – мелководье, пороги, волоки, «отсюда легкость и малая осадка судов при достаточной грузоподъемности и дешевизне. Для морского судоходства использовались или доработанные речные суда (Киевская Русь) или, как это было, вероятно, в Новгородской земле, суда, построенные в иностранной (скандинавской) традиции» [5].

Северный морской путь активно использовался в XIX веке для перегона речных пароходов на реки Сибири. В 1878 году на Енисей по морю прибыл колесный пароход «Москва», в 1881 году – «Дельман». В 1905 году с целью завоза на Енисей материалов для железнодорожного строительства по северному пути туда прибыли два паровых лихтера грузоподъемностью по 750 тонн и четыре буксира, а также девять несамходных барж.

Точно также пополнялся флот реки Лена. В 1879 году туда по морю прибыл пароход «Лена», в 1896 году – «Север».

Упоминание в официальной классификации об использовании речных судов в море имеется уже в первых Правилах Русского Регистра 1913 года, когда паровые суда разделили по классам: «М» – рейдовые (в море) и озерные; «Р» – речные нормального типа; «Л» – речные облегченного типа.

До Великой Отечественной войны в СССР строились малотоннажные морские суда, пригодные для бесперевалочной перевозки грузов с речных портов [6]. В 1935 году был принят в эксплуатацию лесовоз «Пионер», который работал на перевозке грузов с реки Свирь, Ладожского и Онежском озер на морские порты. Для этой же цели на Каспии использовали сухогрузы грузоподъемностью 1650 тонн типа «Азербайджанец», на Азовском море – шхуны грузоподъемностью 1150 тонн типа «Земляк», на Дальнем Востоке – сухогрузы грузоподъемностью 420 тонн и осадкой 2,8 м типа «Бия».

В предвоенные и послевоенные годы для смешанных перевозок широко применялись несамоходные баржи – лихтеры грузоподъемностью от 300 до 3000 тонн [7].

До появления танкеров смешанного плавания вывоз бакинской нефти осуществлялся с двумя перевалками – сначала на Астраханском морском рейде с морских танкеров на рейдовые лихтера (было создано особое рейдовое пароходство), затем в самой Астрахани – с лихтеров на речные баржи. В середине 30-х годов инженер А.Ф. Пустошкин предложил создать танкер для бесперевалочной перевозки нефти от Баку до Астрахани. Идея широко дискутировалась, в прениях принимали участие «отцы-основатели» советской кораблестроительной науки – академики А.Н. Крылов, Ю.А. Шиманский, проф. П.Ф. Папкович.

Термин «северный завоз» тоже появился в 30-е годы, когда государство осуществляло поддержку арктических регионов с целью создания опорных военно-стратегических пунктов, разведки полезных ископаемых, поддержки коренных народов Севера.

Сразу после Великой Отечественной войны для ММФ начались поставки мелкосидящих сухогрузных судов дедвейтом 1100 тонн и осадкой 3,1 м типа «Тисса».

В Правилах Речного Регистра СССР (РРР) 1947 г. классификация речных судов была уточнена: класс «М» позволял выходить в Белое море, Обскую губу, восточную часть Финского залива и Ладожское озеро; класс «О» – в Онежское озеро, Финский залив до Кронштадта и Астраханский рейд в Каспийском море; класс «Р» – в прочие озера и реки; класс «Л» – верхние плесы больших рек.

Начиная с 1947 года буксиры мощностью 400 л.с. и лихтеры грузоподъемностью 1000 и 2000 тонн каждый СЗП и Беломорско-Онежского пароходства (БОП) осуществляли регулярные перевозки лесных грузов с побережья Белого моря в порты советской Прибалтики. В 1950 году в Ленинград и Калининград было доставлено 163 тыс. тонн леса. В 1956 году – 370 тыс. тонн, в 1958 году – 577 тыс. тонн. Стальные и композитные лихтеры строились в Финляндии, причем позднее некоторые из них были переделаны в самоходные.

В 1946-1947 годах был организован массовый морской перегон речных судов, полученных по репарациям из Германии. Всего было доставлено 1536 судов общей грузоподъемностью почти 500 тыс. тонн. В дальнейшем такие перегоны стали обычным явлением для Речфлота СССР, была организована Экспедиция Спецморпроводки, основной работой которой стал перевод речных судов в Сибирь Северным морским путем. Положительный практический опыт перегонов позволил сделать вывод о принципиальной возможности эксплуатации таких речных судов в некоторых морских районах.

Речные суда Волго-Донского пароходства (ВДП) стали заходить в порты Азовского моря без обычной, как прежде, перевалки груза в Ростове-на-Дону.

В 1949 году СЗП приступило к добыче и перевозке морского песка из Финского залива на стройки Ленинграда. В 1950 году было перевезено 360 тыс. тонн песка, в 1956 году – 300 тыс. тонн.

В Амурском пароходстве были организованы перевозки промышленных и продовольственных грузов из Благовещенска и Хабаровска на Сахалин без перевалки в Николаевске-на-Амуре, в годы Великой Отечественной войны осуществлялась перевозка нефти с восточного побережья Сахалина в Николаевск-на-Амуре.

Особенно активно освоение «малого» морского каботажного речными судами началось с появлением новых серий судов, имевших более высокий стандарт прочности и более совершенное оборудование.

Первоначально предполагалось строить морские мелкосидящие суда. К их проектированию приступили уже в 1948 году. В 1954 году был принят в эксплуатацию танкер «Олег Кошевой» с осадкой 4,0 м, предназначенный для перевозки нефти и нефтепродуктов из морских портов Каспия на Астрахань, без перегрузки на рейде. За счет постройки серии таких судов к концу 50-х годов удалось ликвидировать рейдовые перевалки на Астраханском и Красноводском рейдах. Однако танкеры типа «Олег Кошевой» (и их вторая серия – типа «Инженер А. Лустопшкин»), а также близкие по концепции к ним сухогрузы типа «Инженер Белов» оказались не столь эффективными как ССП, так как не выбирали в реке значительную часть своей грузоподъемности.

Например, в 1964 году сухогруз типа «Инженер Белов» Каспийского пароходства вышел в пробный рейс из Ноушехра (Иран) в Щецин (Польша). При проходной осадке 3,0 м было взято на борт 1950 тонн жмыха (максимальная грузоподъемность 3700 тонн), рейс был совершен за 37,5 суток. В 1966 году были выполнены еще несколько рейсов, как через Волго-Балтийский путь, так и через Волго-Донской судоходный канал, примерно с таким же результатом. В итоге, суда этих типов весьма успешно работали на мелководные морские порты, но заходы на реку для них стали эпизодами [8].

Проектирование таких сухогрузных и нефтеналивных судов, пригодных для прямых перевозок между речными и морскими портами, на основе речных судов началось в конце 50-х годов. К строительству заводы приступили в начале 60-х годов. С выходом в прибрежные морские районы стали эксплуатироваться новые на тот момент сухогрузы пр. 781 типа «Балтийский», пр. 791 типа «Волго-Балт», пр. 576 типа «Шестая пятилетка», пр. 1000/800 типа «Беломорский», пр. 21-88 типа «Калининград» (с рефрижераторной модификацией в виде пр. 21-89), танкеры пр. 558 типа «Волгонефть», пр. 576Т типа «ПавловГЭС» и нефтерудовозы пр. 1553. Суда проектов 781, 1553 имели класс Регистра СССР (ныне Российского морского Регистра Судоходства) с расчетной высотой волны 5 м, суда проектов 791, 558, 1000/800 – класс «М» Речного Регистра с расчетной высотой волны 3 м, суда проектов 576 и 576Т – класс «О» Речного Регистра с расчетной высотой волны 2 м.

С 1958 года для перевозки генеральных грузов и металла на линии Николаевск-на-Амуре – Москальво (Сахалин) Амурское речное пароходство использовало 9 сухогрузов пр. 576. Всего за период с 1958 по 1965 год было выполнено 770 рейсов и перевезено 524 тыс. тонн груза.

С 1961 года БОП вывел на линии Мезень – Таллин, Архангельск – Кандалакша, Архангельск – Таллин, Ленинград – Котка 11 сухогрузов проекта 1000/800 и 7 сухогрузов типа «Онежский». Только судами типа «Беломорский» в 1963-1965 годах было совершено 544 рейса и перевезено 468 тыс. тонн леса, угля и щебня.

В 1958-1964 гг. в ЛИВТе под руководством Ю.Л. Беляка провели экспериментальную проверку прочности и мореходности речных судов в морских условиях. Первым был экспериментальный рейс сухогруза пр. 576 в Охотском море в 1958 году. Затем рейсы судов пр. 791, 576Т, 558 в Черном море и пр. 781 в Баренцевом море.

В 1962 году были осуществлены опытные перевозки нефтепродуктов на танкере проекта 558 типа «Волгонепфть» на Черном море.

В 1963 году сухогруз «Беломорский-14» (капитан Ю.А. Антонов) Беломорско-Онежского пароходства совершил первый в истории речного флота заграничный рейс из порта Шала (Онежского озера) в порт Котка (Финляндия).

В 1964 году танкеры «Важный» и «Волгонепфть-9» выполнили по три рейса из Поволжья на Махачкалу с грузом сырой нефти туда и мазута обратно. В 1965 году уже 4 танкера проекта 558 стали работать на порт Махачкала, они за год совершили 26 круговых рейсов и перевезли 241 тыс. тонн нефти и нефтепродуктов.

В 1964 году на линии заграничного плавания на порты ГДР и Польши вышли суда СЗП. 7 октября 1964 года теплоход «Балтийский-4» перевез 1829 тонн металла из Череповца в Росток (ГДР), затем из Щецина уголь в Калининград. Всего за этот год суда СЗП перевезли по импорту более 100 тыс. тонн груза.

В 1964 году была организована линия Кандалакша – Череповец для транспортировки угля и железнорудного концентрата, а также рудничной стойки и соли, на 14 судах проекта 791 типа «Волго-Балт». За два года было перевезено 795 тыс. тонн груза в 307 рейсах.

На линии Череповец – Хельсинки, Череповец – Росток, Череповец – Пехлеви работали суда проекта 781 типа «Балтийский». 9 мая 1965 года «Балтийский-8» перевез 2 тыс. тонн шихты для газового завода в Хельсинки.

В августе 1965 года судно проекта 576 «Клайпеда» доставило 2 тыс. тонн пшеницы из порта Ейск в порт Ленинград.

В конце ноября 1965 года «Балтийский-14» прошел с помощью ледокола Финский залив, 1 декабря взял в порту Лиепая на борт 1500 тонн кокса в порт Оденсе (Дания). Зимой 1965-1966 годов судно отработало на порты Дании и Швеции. В эту же зиму «Балтийский-26»

работал зимой в Каспийском море между Астраханью, Баку и Пехлеви (Иран).

В 1965 году экспортно-импортные перевозки осуществляли 8 сухогрузов СЗП, общий объем перевозок 92 тыс. тонн. В 1966 году – уже 13 судов, 256 тыс. тонн грузов.

Общий объем бесперевалочных смешанных река-море перевозок в 1965 году составил 5 млн. тонн грузов.

Суда Волго-Донского речного пароходства (ВДП) обеспечивали перевозку соли из Ахтубинска в Кандалякшу, Ригу и Таллин. В навигацию 1965 года впервые были осуществлены перевозки серного колчедана из Камбарки в Бердянск, а в обратном направлении – криворожской руды на Череповецкий металлургический комбинат.

В 1965 году танкер «Волгонепфть-14» пароходства «Волготанкер» начал экспортные перевозки нефтепродуктов рейсом Ярославль – Хельсинки.

В 1968 году после ввода в строй восстановленного Сайменского канала суда река-море плавания начали перевозки угля, леса и нефтепродуктов через канал в порты Мустола, Лауритсала, Иматра. Первым был «СТ-804», затем пять судов типа «Беломорский» и ряд других судов.

В навигацию 1968 года Амурское речное пароходство организовало перевозки леса в порты Японии. Суда пароходства продолжают работать на линиях Благовещенск, Хабаровск – Сахалин, Магадан.

В 1969 году суда смешанного река-море плавания ЗРП, СЗП, БОП, ВДП в зимний период перевезли более 1 млн. тонн грузов, что позволило значительно (на 13-23 %) повысить эксплуатационно-экономические показатели работы судов этого типа.

В 1970 году объем перевозок смешанного река-море плавания вырос в 2 раза по сравнению с 1965 годом и составил 8,5 млн. тонн груза с грузооборотом 13,6 млрд. тонно-км.

Только из состава СЗП на международных линиях работали 43 судна разных проектов. Они перевезли 76 % от всех грузов, транспортировавшихся в порты Европы судами МРФ без перевалки в устьевых советских портах.

К 1970 году усилилась роль речных пароходства восточных бассейнов, только в интересах нефтегазовой промышленности Западной Сибири за год было перевезено 4,55 млн. тонн грузов.

В 1971 году танкер «Волгонепфть-55» начал бесперевалочные перевозки сырой нефти из Актау в Волгоград.

За решение уникальной научно-прикладной проблемы – создание и серийное строительство судов смешанного река-море плавания и осуществление бесперевалочных перевозок группе работников Минсудпрома и Минречфлота была присуждена Государственная премия СССР 1972 года.

Общий объем грузов, перевезенных судами Минречфлота в морском плавании, в 1972 году составил 23 млн. тонн. Начала работать уникальная Иранская линия – порты Ирана – порты северо-западной Европы, протяженностью 13,5 тыс. км, по транспортировке промышленных грузов, хлопка, жмыхов.

В Правила РРР 1972 года впервые были введены описания районов и сезонов морского плавания судов с классом РРР (М-СП, а в 1977 году – М-СП, М-ПР, О-ПР).

В 1973 году суда СЗП приступили к перевозкам грузов из портов Финляндии в страны Западной Европы (90 тыс. тонн).

В 1974 году международные рейсы стали осуществлять суда Волжского объединенного речного пароходства.

В 1975 году объем перевозок судами СЗП металла, шихты, кокса из Череповца в порты Балтики, генеральных грузов между портами Западной Европы, Прикаспия и Средиземноморья, леса и угля в Сайменском канале составил 2,2 млн. тонн.

Сухогрузы смешанного плавания ЛОРП проектов 0025, 292 типа «Сибирские», 1743, 1743.1, 1743.7 типа «Омские» перевозили генеральные грузы из Осетрово, каменного угля из Джебарики – Хая и Сангары на реки Яну, Колыму, Индигирку, совершая при этом значительные морские переходы [9].

В итоге, в советское время объем перевозок примерно 1000 судами смешанного река-море плавания составлял около 23 млн. тонн груза (см. таблицу 2).

В конце 1980-х – начале 1990-х годов начался новый этап развития ССП. Как и ранее, причины нового всплеска интереса к этим судам носили сугубо экономический характер. С одной стороны, началась активная капитализация страны, появились частные судовладельцы, с другой – больше прав было передано речным пароходствам. Последние ранее не проявляли себя активно в международных перевозках и обладали большим количеством «исходного материала» (судов внутреннего плавания), который потенциально мог быть конверсирован в суда смешанного река-море плавания. Все это происходило на фоне разрушения централизованной системы внешнеэкономической деятельности и резкого дробления партий груза (до 1000-5000 т). Эти суда как нельзя лучше подходили для работы в рамках новых экономических условий [10].

Значительные преимущества ССП, находящихся под контролем отечественных судовладельцев, перед морскими судами, включая относительно меньший (на начало 90-х годов) средний возраст и меньшую остаточную стоимость, позволили им прочно занять место на рынке транспортных услуг, ранее принадлежавшее морским судам близкой грузоподъемности.



Таблица 2

*Данные по судам смешанного река-море плавания, принадлежавшим  
бывшим государственным речным пароходствам на 01.01.1994 г.*

Но- мер п/п	Судоходная компания	Суда смешанного плавания	
		сухогрузы	танкера
1.	Волготанкер		207
2.	Волжское речное пароходство	40	
3.	Камское речное пароходство	16	
4.	Московское речное пароходство	18	
5.	Волго-Донское пароходство	45	
6.	Кубанское речное пароходство	4	
7.	Северо-Западное пароходство	152	
8.	Беломорско-Онежское пароходство	118	
9.	Северное речное пароходство	20	
10.	Западное пароходство	26	
11.	Обь-Иртышское пароходство	4	
12.	Енисейское речное пароходство	6	
13.	Ленское речное пароходство	83	37
14.	Амурское речное пароходство	33	5
15.	АСК «Укрречфлот», данные на 01.01.95	75	
	Итого в речных пароходствах РФ	565	249

Рост количества судов смешанного плавания и морских ограниченных районов плавания в классах РС за счет модернизации речных судов был весьма бурным – до сотни единиц в год. В итоге к началу 2003 года относительная доля ССП составляла 60 % от общего числа транспортных судов с классом РС и продолжала расти.

По состоянию на январь 2017 года основу флота судов смешанного плавания и ограниченных районов плавания составляют проекты судов, указанные в таблицах 3 (сухогрузные) и 4 (нефтеналивные).

Там же представлены классы PPP и РС этих судов. Все суда нового поколения (т.е. построенные в XXI веке) имеют классы РС R2-RSN, R2, R1 и PPP M-СП, M-ПР.

Суда массовых серий, построенные в СССР, в результате проведенных в 90-е годы реклассификаций, распределены по классам как РС, так PPP.

Например, сухогрузы типа «Омский», большинство из которых было построено в классе PPP «М-ПР», ныне имеют класс РС R2 (2 единицы), R2-RSN (82 единицы), R3-RSN (9 единиц) и класс PPP «М-СП» (1 единица).

Таблица 3

*Основные проекты самоходных сухогрузных судов  
смешанного река-море плавания и ограниченного района плавания  
(по состоянию на январь 2017 года)*

Название типа, номер проекта	Суда с классом PPP			Суда с классом PC			
	М- СП	М- ПР	О-ПР	R3-RSN	R2-RSN	R2	R1
Новые суда							
Нева-Лидер, RSD49*	-	-	-	-	-	10	-
Герои Сталинграда, RSD44*	-	10	-	-	-	-	-
Saxona, DCV27*	-	-	-	-	-	-	1
Scala, DCV26*	-	-	-	-	-	-	1
Sparta, DCV25*	-	-	-	-	-	-	1
Св. Николай, RSD20*	-	-	-	-	-	1	-
Хазар, RSD19	-	-	-	-	-	-	4
UCF, RSD18*	-	-	-	-	-	5	-
Евро круизер, RSD17*	-	-	-	-	-	-	5
Azov XL, RSD12	-	-	-	-	-	4	-
Ommaх, RSD08	-	-	-	-	1	-	-
Танаис, 007RSD07*	-	-	-	-	-	1	-
Челси, 005RSD06, RSD11*	-	-	-	-	9	-	-
Palmali Trader, 006RSD05*	-	-	-	-	-	8	-
Caspian Express, 003RSD04*, 003RSD04/ALB02, 003RSD04/ALB03	-	-	-	-	-	9	3
Карелия, 005RSD03*	-	-	-	-	-	12	-
Надежда, 006RSD02*	-	-	-	-	1	-	-
Леда, RSD58*	-	-	-	-	1	-	-
ALB05	-	-	-	-	-	1	-
Русич, 00101	-	-	-	-	-	-	13
Валдай, 01010	-	-	-	-	-	-	4
Южный Буг, 17620	-	-	-	-	-	-	9
Существующие суда							
Выг / Иртыш / Суна, 10522 / 0121, 10523, 10535, 199/200	-	-	-	-	-	-	13
Дон, PR-205	-	-	-	-	-	-	4
Россия, 17310	-	-	-	-	-	-	2
Иван Щепетов, 16510, 16530	-	-	-	-	-	2	2
Волга, 19610	-	-	-	-	-	1	28
Волга, 19611	-	-	-	-	-	-	7
Волго-Дон, 507Б	4	1	47	5	2	-	-
Волго-Дон, 1565, 1565М, 1565А, М1565	6	17	20	4	13	-	-

Продолжение табл. 3

Название типа, номер проекта	Суда с классом PPP			Суда с классом PC			
	М-СП	М-ПР	О-ПР	R3-RSN	R2-RSN	R2	R1
Волжский, 05074, 05074М, 05074А	-	-	1	6	26	-	-
Сибирский, 292	8	-	-	3	4	-	-
Сибирский, 0225	1	-	-	-	11	-	-
Волго-Балт, 791	1	-	-	-	-	-	-
Волго-Балт, 2-95А	4	-	-	27	6	-	-
Амур, 92-040	-	-	-	1	23	-	-
Сормовский, 1557	1	-	-	-	44	-	-
Сормовский, 614	-	-	-	-	6	-	-
Сормовский, 488А, 488АМ	-	-	-	-	5	20	-
Омский, 1743, 1743.1, 1743.3, 1743.7	1	-	-	9	82	2	-
Славутич, Д080М	3	2	-	1	3	2	-
Балтийский, 613, 620, 781, 781Э	-	-	-	-	5	7	-
Морской, 1814	-	-	-	-	1	-	-
Ладога, П-787, 285, 289	-	-	-	-	1	3	-
СТК, 326, 326.1	3	6	-	1	21	-	-
Рефрижератор, 037	-	-	-	-	1	-	1
СТ, 19620	-	3	-	-	12	-	-
СТ, Р168М	-	7	-	-	1	-	-
СТ, 191	-	-	-	-	8	-	-
Кишинев, 1572	-	-	-	-	-	-	6
Василий Шукшин, 1588, 15881	-	-	-	-	-	-	5
Невский, Р32	-	19	-	-	-	-	-
Калининград, 21-88	8	4	16	-	-	-	-
Калининград, 21-89	-	2	3	-	-	-	-
Фин.1000	5	8	-	-	-	-	-

Примечание:

\* – Проект Морского Инженерного Бюро

Таблиця 4

*Основные проекты самоходных нефтеналивных судов  
смешанного река-море плавания и ограниченного района плавания  
(по состоянию на январь 2017 года)*

Название типа, номер проекта	Суда с классом PPP			Суда с классом PC			
	М-СП	М-ПР	О-ПР	R3-RSN	R2-RSN	R2	R1
Новые суда							
БФ Танкер, RST54*	-	7	-	-	-	-	-
ВФ Танкер, RST27*	-	-	-	-	-	35	-
Глостер, RST26*	-	-	-	-	-	1	-
Новая Волгонефть, RST25*	-	-	-	-	7	-	-
Новая Армада, RST22, RST22M*	-	-	-	-	-	9	12
Армада, 005RST01*	-	-	-	-	-	10	-
Роскем, RST14*	-	-	-	-	3	-	-
Астон Трейдер, RST09*	-	-	-	-	3	-	-
Нарва, RST05*	1	-	-	-	-	1	-
Эко Маринер, 001RST02*	-	-	-	1	-	-	-
ALB06	-	-	-	-	-	1	-
00201JI	-	-	-	-	-	-	2
00210, 00215, 00230	-	-	-	-	-	-	7
00216	-	-	-	-	3	-	-
19612	-	-	-	-	-	-	5
19614	-	-	-	-	25	-	-
19619	-	-	-	-	-	-	11
19900	-	-	-	-	-	6	-
17103	-	-	-	-	-	2	-
15790	-	-	-	-	1	-	-
52	-	-	-	-	3	-	-
507AT	-	-	-	-	-	-	-
HCR / VHХ (Китай)	-	-	-	-	17	2	-
Существующие суда							
Волгонефть, 558/550	-	3	12	-	-	-	-
Волгонефть, 1577/550А	-	71	22	-	13	-	-
Волгонефть, 630, 630.1	-	-	-	-	7	-	-
Ленанефть, 621, 621.1	-	1	-	8	8	-	-
Ленанефть, Р77	-	32	-	2	-	-	-
Нефтерудовоз, 1553, 1570	-	1	-	-	21	-	-
Бункеровщик, 610	-	1	-	(11 -R3)	2	16	8
Олег Кошевой, 1677,1677М, 16776	-	-	-	-	-	-	19
Волгофлот, 05074Т	-	-	-	-	-	-	-
Волго-Дон, 1565Т, 507Т	-	-	-	-	-	-	-
ИркутскГЭС, 576ТМ после модернизации	-	-	-	-	-	-	-

Примечание:

\* – Проект Морского Инженерного Бюро

Сухогрузы типа «Волго-Дон» проекта 1565 с модификациями, большинство из которых было построено в классе PPP «О-ПР», ныне имеют класс РС R2-RSN (13 единиц), R3-RSN (4 единиц), класс PPP «М-СП» (6 единиц) и «М-ПР» (17 единиц).

Сухогрузы типа «Волжский» проекта 05074 с модификациями, большинство из которых было построено в классе PPP «О-ПР», ныне имеют класс РС R2-RSN (26 единиц) и R3-RSN (6 единиц).

Сухогрузы типа «СТ», большинство из которых было построено в классе PPP «М-ПР», ныне имеют класс РС R2-RSN (21 единица), а в классе «М-ПР» осталось 10 судов, в основном, наиболее слабого проекта Р-168 (7 судов), а также 3 судна проекта 19620.

Танкеры типа «Волгонепфть» проекта 1577/550А, большинство из которых было построено в классе PPP «М-ПР», ныне имеют класс РС R2-RSN (13 единиц), класс PPP «М-СП» (7 единиц). В классе PPP «М-ПР» находится 71 танкер, а 22 судна перешли в силу плохого технического состояния в более слабый класс PPP «О-ПР».

Танкеры типа «Ленанепфть» проекта 621, имевшие с постройки класс PPP «М-СП», ныне имеют класс РС R2-RSN (8 единиц), R3-RSN (8 единиц). В классе PPP «М-СП» осталось 8 судов, один танкер переведен в класс «М-ПР».

Наблюдается и тенденция переводить суда, имевшие классы РС, под наблюдение PPP и других классификационных обществ (к примеру, Регистр судоходства Украины, Болгарский регистр, Азиатское классификационное общество и др.), однако таких случаев немного и, в основном, они связаны с неудовлетворительным состоянием этих судов. Для того чтобы не списывать суда, но и не ремонтировать в том объеме, который предписан требованиями РС, судовладельцы возвращают свои суда на реку. Например, переведены на внутренние водные пути по одному судну проекта 1677М типа «Олег Кошевой» и проекта 1557 типа «Сормовский», два «Нефтерудовоза», два танкера проекта 610.

Количество, средний возраст и общее техническое состояние наиболее распространенных проектов «старых» грузовых судов внутреннего и смешанного плавания по состоянию на январь 2017 года приведено в таблице 6.

По сухогрузным судам необходимо обратить внимание на сухогрузные суда, выполняющие наибольший объем перевозок в бассейнах рек Волги, Камы и Дона. Это суда грузоподъемностью 2000 т проектов 576 типа «Шестая пятилетка» и 21-88 типа «Калининград», грузоподъемностью 5000 т проекта 05074 типа «Волжский», проектов 507Б, 1565 типа «Волго-Дон».

Средний возраст судов проекта 576 – 56,2 года, 21-88 – 52,4 года. Из 118 судов этих проектов 36 ед. (31 %) в неудовлетворительном техническом состоянии.

Средний возраст судов типа «Волжский» проекта 05074 – 27,7 лет (33 судна), типа «Волго-Дон» проекта 1565 – 40,4 года (всего 69 судов),

проекта 507Б – 44 года (всего 64 судна). Из 166 судов этих проектов 35 ед. (21 %) в неудовлетворительном техническом состоянии. Основным фактором, определяющим техническое состояние судов типа «Волго-Дон», является износ корпуса. У большинства судов типа «Волго-Дон» выработан ресурс главных двигателей типа Г-60 и 8NVD48.

Средний возраст 145 танкеров типа «Волгонефть» составляет по проекту 558/550 – 49,4 года (18 судов), по проекту 1577/550А – 42,1 год (118 судов), по проекту 630 – 28,2 года (9 судов). Из них 21 судно имеет оценку «негодное» (14,5 %).

Актуальным является капитальный ремонт и модернизации судовых энергетических установок танкеров за счет замены главных и вспомогательных двигателей, электрического оборудования, противопожарной защиты.

При этом 145 танкеров типа «Волгонефть» со средним возрастом 42,1 года, 46 «Ленанефтей» проекта Р-77 (39 лет), 26 однокорпусных нефтерудовозов (36,2 года) не могут быть безопасным инструментом для перевозки опасных грузов.

Только на 5 судах типа «Волгонефть» были путем модернизации выполнены все требования Международной Конвенции МАРПОЛ, а еще на 35 – осуществили подъем второго дна (т.е. выполнили эту конвенцию частично). Нисколько не лучше с другими типами «старых» танкеров (см. таблицу 5).

*Таблица 5*

*Основные проекты «старых» нефтеналивных судов  
и степень удовлетворения МК МАРПОЛ*

Проект	Количество судов	Средний возраст	Проведена модернизация в части поднятия второго дна	Полностью удовлетворяют МАРПОЛ
Тип Волгонефть	145	42,1	40	5
Тип Ленанефть	71	35,8	10	10
Тип Нефтерудовоз	25	36,2		
Тип Волжский, 05074	9	33,2		
Тип Волго-Дон	4	49,8	1	

По всей группе танкеров отмечается интенсивный коррозионный износ корпусных конструкций, в связи с чем ежегодно возрастают объемы ремонтно-восстановительных работ. Но и эти возрастающие из года в год объемы ремонта не покрывают фактические потребности – суда вводятся в эксплуатацию с минимальными запасами прочности, которых не хватает на пятилетний цикл между классификационными освидетельствованиями.

Из 4190 сухогрузных барж, имеющих средний возраст 35,1 год, 18,7 % имеют негодное и ограниченно годное техсостояние. Основные проблемы с этой группой флота – поддержание техсостояния за счет ремонта корпусов, в том числе в доках (на слипах). При решении этих проблем эксплуатация сухогрузных барж может быть продолжена в ближайшие 10-15 лет.

Из 692 нефтеналивных барж, имеющих средний возраст 33,4 года, 21,4 % имеют негодное и ограниченно годное техсостояние.

*Таблица 6*

*Количество, средний возраст и общее техническое состояние наиболее распространенных проектов «старых» грузовых судов внутреннего и смешанного плавания (по состоянию на январь 2017 года)*

Тип, проект, дедвейт	Количество судов в классе РРР	Количество судов в классе РС	Средний возраст, год	Количество судов с оценкой «негодное» и «ограниченно годное»*
<b>Сухогрузные самоходные суда</b>				
Волжский, 05074 / 05074А / 05074М, 5100/3900 тонн	1	32	27,7	3
Волго-Дон, 1565, 1565М, 1565А, М1565 5100 тонн	52	17	40,4	10
Волго-Дон, 507Б, 5210 тонн	57	7	44,0	22
Омский, 1743, 3070 тонн	3	93	34,2	7
Волго-Балт, 2-95, 791, 3140 тонн	8	33	39,7	5
Калининград, 21-88, 21-89, 2200 тонн	48	-	52,4	7
Шестая пятилетка, 576, 2050 тонн	70	-	56,2	29
СТК, 326, 326.1, 1540 тонн	9	22	33,7	6
Окский, 559, 559Б, 559М, 1740 тонн	46	-	43,0	5
Окский, Р97, 1900 тонн	19	-	36,1	2
<b>Нефтеналивные самоходные суда</b>				
Волгонефть, 1577/550А, 4875 тонн	105	13	42,1	17
Волгонефть, 558/550, 4900 тонн	18	-	49,4	3
Волгонефть, 630, 5000 тонн	1	8	28,2	1
Волгофлот, 05074Т, 5210 тонн	9	-	33,2	-

Продолжение табл. 6

Тип, проект, дедвейт	Количество судов в классе PPP	Количество судов в классе РС	Средний возраст, год	Количество судов с оценкой «негодное» и «ограниченно годное»*
Волго-Дон, 507Б, 1565Т, 5210 тонн	4	-	49,8	-
Нефтерудовоз, 1553, 1570, 3345/2855 тонн	4	21	36,2	1
ГЭС, 576Т, 1820 тонн	4	-	57,0	1
Ленанефть, 621, 3390 тонн	9	16	29,9	1
Ленанефть, Р77, 2890 тонн	44	2	39,0	5
<b>Сухогрузные несамоходные суда</b>				
003020, 003040, 4640/4000 тонн	7	-	14,9	-
Волжский, 05074, 5100 тонн	13	-	31,5	3
16800, 2500 тонн	101	4	31,9	5
16801, 2600 тонн	103	16	30,2	8
Р-56, 2800 тонн	499	-	37,1	79
Р-79, 3750 тонн	49	-	34,6	4
Р-85, 2500 тонн	147	-	34,3	3
1787, 1787У, 3600 тонн	81	-	40,8	10
459, 1700 тонн	32	-	51,0	12
1653Б, 600 тонн	15	-	45,5	4
Р-89, 1000 тонн	77	-	40,3	10
942, 450 тонн	590	-	39,7	155
943	146	-	40,0	46
81210, 250 тонн	174	-	25,4	53
183, 200 тонн	617	-	36,6	217
<b>Нефтеналивные несамоходные суда</b>				
16800Н, 3000 тонн	16	-	27,8	-
05074Н, 4800 тонн	8	-	33,8	-
1565Т, 4600 тонн	2	-	49,0	-
Р-27, 4600 тонн	41	-	41,6	6
Р-43, 9200 тонн	22	-	39,5	-
1635Т, 2000 тонн	10	-	17,0	6
Р-93, 400 тонн	60	-	38,8	26
Р-63, 200 тонн	70	-	35,8	33

Примечание:

\* Оценка «ограниченно годное» применялась только для самоходных судов, для несамоходных судов указано количество судов с оценкой «негодное»



Данные статистики наглядно демонстрируют, что существующий флот смешанного плавания строился в основном в 70-80-е годы прошлого столетия.

Для грузовых судов наиболее важным элементом, определяющим их фактический ресурс, является корпус.

Данные по толщинам основных связей корпусов типовых ССП приведены в таблице 7. Построечные толщины главных элементов корпуса – настилов, обшивки, находятся в пределах 6-8 мм.

Нормативные сроки службы судов задавались при проектировании и составляют обычно 25-35 лет при условии сохранения построечных ограничений по районам и сезонам плавания.

Для ССП, находящихся в европейской части России (см. табл. 8), с учетом изменений условий эксплуатации в последние 10-15 лет (существенное увеличение времени нахождения в морских условиях и при переменных нагрузках) ресурс корпуса, с точки зрения износов и усталости, вырабатывался быстрее, чем это предполагалось при проектировании. Результатом являются невиданные ранее объемы замен конструкций во время ремонтов, фактическое сокращение времени между докованиями судов.

Сложная ситуация сложилась для ССП в северных регионах (см. таблицу 9). С одной стороны, навигационный период существенно меньше, чем в европейской части, скорость изнашивания в малосоленой воде Северного Ледовитого океана заметно ниже, поэтому ресурс расходуется меньше, но с другой стороны, календарный возраст оставшихся в этих регионах весьма судов значителен.

Расчетные скорости изнашивания корпусов приведены в таблице 10. Как показано в [10], эти величины имеют близкую к 90 % обеспеченность при условии, что судно работает в пресной воде не менее половины эксплуатационного периода. Фактическое нахождение в соленой воде заметно больше, иногда до 100 %. Поэтому за 12-15 лет работы строительный запас на износ и коррозию существующих ССП вырабатывается полностью.

Результатом являются невиданные ранее объемы замен конструкций во время ремонтов, фактическое сокращение времени между докованиями судов.

В последнее время число трещин в корпусах ССП резко возросло. Практически ни один ремонт не обходится без устранения трещин. Объем усталостных повреждений определяется не формальным возрастом судна, а временем эксплуатации в море. Сами трещины появляются как в исходной конструкции корпуса судна, так и по вновь установленным связям (накладным полосам, дополнительным ребрам жесткости).

Таблиця 7

Толщины и профили набора корпусов основных типов отечественных ССП

Номер проекта судна	326.1	05074А	1743	1743.1	2-95AR	2-95А	92-040	621	292	0225	05074М
1. Тип	СТК	Волжский	Омский	Омский	Волго-Балт	2-95А	Амур	Лена-Нефть	Сибирский		Волжский
2. Общие данные по проекту											
Длина расчетная L, м	77,45	100,78	102,15	102,15	107,43	107,43	109	115,58	121,25	122	132,20
Ширина основного набора, м	0,550	0,600	0,600	0,600	0,550	0,550	0,550	0,530	0,550	0,550	0,600
Предел текучести материала, мПа:											
Комингса	235	390	295	295	235	335	350	235	390	320	390
Палубы	235	235	235	235	235	235	235	235	315	320	235
Днища	235	235	235	235	235	235	235	235	235	235	235
3. Наружная обшивка, мм											
Ширестрек		9,0	10,0	10,0	13,0	12,0	13,0	12,0	12,5	12,5	9,0
Надводный борт	8,0	10,0	7,0	8,0	8,0	8,0	9,0	10,0	12,5	11,0	10,0
Пояс переменной ВЛ	7,0	10,0	7,0	8,0	8,0	8,0	9,0	10,0	11,0	11,0	10,0
Подводный борт	7,0	10,0	7,0		9,0	8,0	9,0	10,0	11,0	11,0	10,0
Скула	8,0	10,0	10,0	10,0	9,0	8,0	9,0	10,0	9,5	11,0	10,0
Днище	7,0	7,0	8,0	8,0	8,0	7,0	8,0	9,0	8,5	8,5	7,0
Горизонтальный киль	7,0	7,0	8,0	8,0	9,0	9,0	8,0	9,0	8,5	12,0	7,0
4. Настилы, мм											
Второго дна	10,0	12,0	8,0	10,0	10,0	8,0	12,0	7,0	12,0	12,0	12,0
Верхней палубы	12,0	15,0	10,0	10,0	13,0	12,0	13,0	12,0	12,5	12,5	15,0

Продолжение табл. 7

5. Обшивка 2-го борта, мм	7,0	7,0	6,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	7,0	7,0		
Нижний пояс	7,0	7,0	6,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	7,0	
Средний пояс	7,0	7,0	6,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	7,0	
Верхний пояс	7,0	9,0	6,0	8,0	10,0	7,0	10,0	7,0	10,0	7,0	10,0	7,0	10,0	7,0	10,0	7,0	10,0	7,0	10,0	7,0	10,0	7,0	10,0	7,0	
6. Обшивка поперечных переборок, мм																									
Нижний пояс	6,0	7,0	5,0	5,0	7,0	6,0	8,0	8,0	7,0	6,0	8,0	8,0	7,0	6,0	8,0	8,0	7,0	6,0	8,0	8,0	7,0	6,0	8,0	7,0	
Средний пояс	6,0	6,0	5,0	5,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	
Верхний пояс	5,0	5,0	5,0	5,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	5,0	
7. Набор в двойном дне																									
ВК, мм	8,0	8,0	6,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	
Днищевой стрингер, мм	8,0	8,0	6,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	
Флоры, мм	8,0	8,0	6,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	
Продольные РЖ 2-го дна	65x130x8	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	
Продольные РЖ днища	65x100x7	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	
8. Набор в двойных бортах																									
Холостой шпангоут	50x100x6	12 пб.	10 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	
Рамный шпангоут, мм	6,0	7,0	6,0	6,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	
Бортовой стрингер, мм	6,0	7,0	5,0	6,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	
Продольные РЖ верхней палубы	166 пб.	166 пб.	12 пб.	12 пб.	10,0	10,0	130x8/ 100x12	180x13/ 150x13	14a пб.	14a пб.	14a пб.	14a пб.	14a пб.	14a пб.	14a пб.	14a пб.	14a пб.	14a пб.	14a пб.	14a пб.	14a пб.	14a пб.	14a пб.	14a пб.	166 пб.
Продольные РЖ 2-го борта	10 пб.	10 пб.	10 пб.	10 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	12 пб.	10 пб.	
9. Продольный комингс, мм	18,0	16,0	14,0	14,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	16,0	

Таблица 8  
 Возрастная структура судов смешанного плавания европейской части РФ (по состоянию на октябрь 2016 года)

Тип и название судна	Распределение по филиалам Российского Речного Регистра													
	Северо-Западный		Верхне-Волжский		Средне-Волжский		Нижне-Волжский		Камский		Московский		Донско-Кубанский	
	Кол-во	Средний возраст	Кол-во	Средний возраст	Кол-во	Средний возраст	Кол-во	Средний возраст	Кол-во	Средний возраст	Кол-во	Средний возраст	Кол-во	Средний возраст
Всех судов	276	34,05	139	36,54	46	40,45	114	36,55	19	30,87	35	26,04	886	30,17
Всего транспортных*	164	34,62	135	37,05	44	41,95	96	37,96	16	34,79	16	31,84	268	36,45
из них самоходных	133	37,46	120	37,84	43	41,94	92	38,26	12	34,81	12	36,28	227	37,99
Сухогрузных	50	35,17	52	37,82	9	46,86	39	41,26	5	29,72	5	42,39	38	42,21
Наливных	43	43,97	52	37,59	33	40,98	39	35,83	4	42,01	1	3,38	41	38,49
Пассажирских	4	44,78	1	61,42	-	-	1	25,39	1	3,60	1	26,39	79	37,02
Буксиров и толкачей	36	32,06	15	37,16	1	29,35	13	37,51	2	48,73	5	38,72	69	36,47
из них самоходных	31	22,41	15	30,73	1	42,36	4	31,27	4	34,72	4	18,53	41	27,94
сухогрузных	18	24,09	6	32,3	-	-	3	29,56	4	34,72	2	28,39	36	27,56
наливных	13	20,08	9	29,69	1	42,36	1	36,40	-	-	2	8,66	5	30,72
всего нетранспортных*	93	31,66	4	19,39	2	7,37	17	29,79	3	9,97	19	21,16	188	33,31
из них самоходных	69	30,66	3	12,71	1	12,42	10	22,16	2	1,75	10	16,60	162	33,23
из них самоходных	24	34,54	1	39,40	1	2,31	7	40,69	1	26,39	9	26,22	26	33,80
Транспортные самоходные маломерные	4	51,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	36,9
Транспортные несамоходные маломерные	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нетранспортные самоходные маломерные	13	42,63	-	-	-	-	1	15,38	-	-	-	-	416	24,75
Нетранспортные несамоходные маломерные	2	7,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	13,78

\* Без учета маломерных судов

Источник: Российский Речной Регистр

Таблица 9

Возрастная структура судов смешанного плавания восточных бассейнов (по состоянию на октябрь 2016 года)

Тип и название судна	Распределение по филиалам Российского Речного Регистра													
	Обь-Иртышский		Ленский		Северный		Енисейский		Амурский		Западно-Сибирский		Восточно-Сибирский	
	Кол-во	Средний возраст	Кол-во	Средний возраст	Кол-во	Средний возраст	Кол-во	Средний возраст	Кол-во	Средний возраст	Кол-во	Средний возраст	Кол-во	Средний возраст
Всех судов	198	33,67	85	32,02	99	36,53	40	34,82	20	39,05	34	28,51	1	1,93
Всего транспортных*	191	33,62	76	32,82	79	36,85	31	37,56	14	43,22	30	28,66	1	1,93
из них самоходных	68	39,75	44	36,75	59	38,16	21	42,83	7	39,39	7	30,01	-	-
Сухогрузных	16	46,60	12	34,35	10	46,77	14	48,08	1	21,39	-	-	-	-
Наливных	20	39,1	26	36,72	8	38,27	3	37,35	1	55,16	1	33,3	-	-
Пассажирских	-	-	-	-	2	38,9	2	20,87	1	37,40	-	-	1	0,66
Буксиров и толкачей	32	36,73	6	41,72	39	35,89	2	35,65	4	40,45	6	29,47	-	-
из них самоходных	123	30,23	32	27,41	20	33,0	10	26,48	7	47,05	23	28,25	-	-
Сухогрузных	101	31,66	30	27,66	15	32,32	8	26,69	6	48,83	18	29,35	-	-
наливных	22	23,68	2	23,73	5	35,03	2	25,61	1	36,4	5	24,3	-	-
Всего нетранспортных*	6	35,76	7	26,56	18	37,62	9	25,38	6	29,31	4	27,4	1	1,93
из них самоходных	5	34,1	7	26,56	12	39,57	3	22,13	2	28,44	4	27,4	1	1,93
из них самоходных маломерные	1	44,1	-	-	6	33,74	6	27,00	4	29,75	-	-	-	-
Транспортные самоходные маломерные	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Транспортные несамоходные маломерные	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нетранспортные самоходные маломерные	1	31,50	2	20,89	2	13,94	-	-	-	-	-	-	-	-
Нетранспортные несамоходные маломерные	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\* - без учета маломерных судов

Источник: Российский Речной Регистр

Таблиця 10

*Расчетные скорости изнашивания, мм/год.*

Элемент конструкции корпуса	PPP (СВВП)	PC (ССП)	PPP (ССП)	Г.В. Егоров, (ССП)
Настил верхней палубы	0,03 (0,12...0,18)	0,07 (0,18)	0,08 (0,15...0,20)	0,08 (0,13...0,20)
Надводный борт	0,04	0,07 (0,18)	0,12	0,08
Борт переменной ВЛ	0,05	0,07...0,15 (0,15...0,19)	0,12	0,12...0,15
Подводный борт	0,05	0,10...0,13	0,12	0,12...0,15
Скуловой пояс	0,08	0,10 (0,15)	0,17	0,12...0,15
Днищевая обшивка	0,05	0,11...0,14	0,11	0,12...0,15
Горизонтальный киль	0,05	0,14...0,16 (0,18...0,23)	0,11	0,12...0,15
Настил второго дна	0,05 (0,12)	0,08...0,21 (0,15...0,28)	0,08 (0,15)	0,10...0,17 (0,15...0,17)
Обшивка второго борта	0,03...0,05 (0,07...0,12)	0,08...0,11 (0,18...0,28)	0,06...0,08 (0,07...0,20)	0,13...0,15 (0,15...0,17)
Обшивка переборок	0,03...0,05 (0,07...0,12)	0,07...0,09 (0,09...0,18)	0,06...0,08 (0,07...0,20)	0,10...0,13 (0,13...0,18)
Продольные РЖ и бимсы ВП	0,03 (0,12...0,18)	0,08...0,13 (0,14...0,23)	0,08 (0,08...0,20)	0,12...0,15 (0,15)
Рамный набор ВП	0,03 (0,12...0,18)	0,08...0,15 (0,12...0,19)	0,08 (0,08...0,20)	0,08...0,10 (0,10...0,15)
Комингсы	0,03	0,07 (0,11)	0,08 (0,10)	0,08 (0,10)
Набор двойных бортов	0,06	0,07...0,15 (0,12...0,19)	0,08...0,12	0,10...0,15 (0,13...0,15)
Набор двойного дна	0,06	0,10...0,14	0,11...0,12	0,12...0,17 (0,12...0,17)

Например, на многих судах пр. 1565, 507Б, 05074, 0225, 292, 1743, а также на некоторых судах пр. 2-95, 92-040 были зафиксированы трещины в полках комингсов в районе средней части по кромкам вырезов под домкрат, с началом трещины от угла выреза либо от окончания рельса для катков люковых крышек или сварного шва.

Трещины устранялись путем замены дефектного участка конструкции. Через несколько лет они были вновь обнаружены в тех же местах, причем были зафиксированы случаи перехода трещины на стенку комингса. Причина – неудачное конструктивное оформление вырезов в полках продольных комингсов и мест обрыва рельс или стыковки.

Кроме того, анализ накопленного опыта применения накладных полос в качестве средства обеспечения стандарта общей прочности показал, что формальное удовлетворение требований Правил к величине момента сопротивления может быть более опасно, чем исходное состояние корпуса судна без накладных полос. Некачественные подкрепления могут существенно снизить фактический усталостный ресурс корпуса при переменной нагрузке и формальном увеличении запаса предельной прочности для однократного нагружения.

Длительная эксплуатация позволила выявить существенные конструктивные недостатки танкеров типа «Волгонепфть», во многом связанные с отсутствием на момент их создания опыта проектирования корпусов судов из стали повышенной прочности:

- резкий переход в носовой и кормовой оконечностях от стали повышенной прочности 09Г2 к обычной стали ВстЗсп (сталь повышенной прочности использовалась в крайних поясах эквивалентного бруса – шп. 61-160) и существенное уменьшение здесь же толщин палубы и обшивки корпуса (толщины палубы 8 мм в средней части сохранялись только на участке шп. 61-142, далее переходят в 7 мм и даже после шп. 167 – в 6 мм);

- изменение системы набора в корме с продольной на поперечную, что приводит к существенному уменьшению момента сопротивления эквивалентного бруса и предельного момента в этом районе (район шп. 170) – фактически к созданию опасного с точки зрения перелома сечения перед жилой надстройкой;

- малая для танкера толщина верхней палубы 8 мм, что даже для класса «М» не обеспечивает без ремонта срок служб более 10 лет;

- низкая устойчивость продольных ребер жесткости днища и второго дна (полособульб 10 с пролетом 1980 мм при толщине стенки 6 мм), что приводит к их деформированию даже в обычных эксплуатационных условиях с накоплением повреждений корпуса в целом в виде известной для этого класса судов «горбатости» – значительного пластического перегиба со стрелками, достигающими 400-800 мм;

- холостые шпангоуты также выполнены из такого полособульба 10, что привело к появлению гофрировок по борту – известный визуальный эффект под названием «худая лошадь»;

- крайне малые толщины переборок второго борта (серединные пояся) – 5,0 мм и настила второго дна – 6,0 мм и связанные с ними высокая вероятность образования свищей, что в свою очередь приводит к загрязнению грузом балластных танков, при этом ресурс этих связей не превышает 10 лет;

- крайне малые толщины поперечных водонепроницаемых и грузонепроницаемых переборок второго борта – серединные пояся 5,0 мм, прочие – 6,0 мм;

- толщина стенок поперечного и продольного рамного набора 6 мм не обеспечивает надлежащего ресурса по износу конструкции в целом;

- толщина карлингсов верхней палубы 7 мм, учитывая, что в отличие от современных танкеров этот продольный набор находится не над, а под палубой, в самом грузовом танке, понятно, что его ресурс не превышает без ремонта 10 лет, так как находится в зоне коррозионного влияния паров нефти.

В итоге, по всей группе танкеров отмечается интенсивный коррозионный износ корпусных конструкций, в связи с чем ежегодно возрастают объемы ремонтно-восстановительных работ. Но и эти возрастающие из года в год объемы ремонта не покрывают фактические потребности – суда вводятся в эксплуатацию с минимальными запасами прочности, которых не хватает на пятилетний цикл между классификационными освидетельствованиями. Объемы ежегодных ремонтов резко выросли и составляют для судов типа «Волгонепть» 100-200 тонн замен.

Результатом эксплуатации танкеров типа «Волгонепть» с выходом в море явились грандиозные объемы восстановления изношенных элементов корпуса, включая полную замену грузовой зоны (от форпиковой переборки до носовой переборки насосного отделения).

Старение флота ССП наряду с существенным снижением уровня компетентности и ответственности экипажей, особенно в небольших компаниях, приводит к росту аварийности.

Исследование авторами риска аварий, происшедших с ССП, что ряд опасностей имеет более высокую вероятность в катастрофах, чем при всех авариях, что свидетельствует об их значительной роли в увеличении степени тяжести последствий событий. Среди них повышенные износы непроницаемых конструкций, приводящие к водотечности и близкие к ней по сути опасности: невыполнение условий МК-66, особенно по люковым закрытиям (т.е. потенциальная водотечность), перевозка металлолома (имеющая последствия в виде нарушения непроницаемости второго дна и второго борта) и перегруз судна. ССП работают в тяжелых условиях мелководья и частых шлюзований (до 30 в одном рейсе) летом и в ледовой обстановке зимой, что в силу накопления деформационных повреждений и истирания наружной обшивки, снижает несущую способность корпусов судов. ССП в связи с их пониженным стандартом прочности, имеют меньшие запасы прочности, чем аналогичные суда неограниченного района плавания. Поэтому все факторы, приводящие к росту усилий на тихой воде и на волнении, по сравнению с проектными, отражаются на тяжести последствий воздействия на корпус ССП этих опасностей.

За прошедшие годы корпуса существующего флота ССП во многом выработали свой износный и усталостный ресурс.



Это вывод характерен и в целом для судов воднотранспортной отрасли. Всего по состоянию на октябрь 2016 года, согласно данным РРР, в отрасли имеются 12173 таких судов (включая суда смешанного плавания) – см. таблицу 10. По сравнению с данными на 2010 год (15072 судов), выбытие составило 2899 единиц флота или 19,2 %.

Возрастная структура флота судов внутреннего и смешанного река-море плавания характеризуется следующими параметрами (см. табл. 11):

- средний возраст самоходных сухогрузных судов – 41,2 года;
- средний возраст несамоходных сухогрузных судов – 35,1 год;
- средний возраст самоходных наливных судов – 40,9 лет;
- средний возраст несамоходных наливных судов – 33,4 года;
- средний возраст пассажирских судов – 35,2 года;
- средний возраст буксирного флота, необходимого для обслуживания несамоходных сухогрузных и наливных судов – 37,6 лет.

Возрастная структура судов смешанного плавания по данным РРР представлена в таблице 8 для европейской части страны, в таблице 9 – для восточной.

*Таблица 11*

*Возраст транспортных судов по данным РРР  
по состоянию на октябрь 2016 г.*

Вид флота	Возрастные группы судов					Итого судов
	менее 10 лет	10-20 лет	21-30 лет	31-40 лет	свыше 40 лет	
<b>Распределение судов по возрастным группам</b>						
Самоходные сухогрузные, ед.	15	3	124	248	467	857
Несамоходные сухогрузные, ед.	94	70	1041	1802	1183	4190
Самоходные наливные, ед.	18	3	65	195	371	652
Несамоходные наливные, ед.	17	50	210	241	174	692
Пассажирские, ед.	192	89	189	364	502	1336
Буксиры, ед.	39	9	471	1192	1019	2730
Маломерные, ед.	61	49	380	439	787	1716
Всего, ед.	436	273	2480	4481	4503	12173
<b>Возрастная структура флота</b>						
Самоходные сухогрузные, %	1,75	0,35	14,47	28,94	54,49	100
Несамоходные сухогрузные, %	2,24	1,67	24,84	43,01	28,23	100
Самоходные наливные, %	2,76	0,46	9,97	29,91	56,9	100
Несамоходные наливные, %	2,46	7,23	30,35	34,83	25,14	100
Пассажирские, %	14,37	6,66	14,15	27,25	37,57	100
Буксиры, %	1,43	0,33	17,25	43,65	37,33	100
Маломерные, %	3,55	2,86	22,14	25,58	45,86	100
Всего, %	3,58	2,24	20,37	36,81	36,99	100

Источник: Российский Речной Регистр

Количество, средний возраст и общее техническое состояние судов под наблюдением РРР приведены в таблице 12. Аналогичные данные по наиболее распространенным проектам транспортным судам внутреннего и смешанного плавания даны в таблице 6.

Из всех 10458 транспортных судов (без учета маломерных) 1643 имеют оценку технического состояния «негодное» и 312 – «годное с ограничениями».

Еще в начале XXI века казалось, что суда советских типов «бессмертны». Но начавшийся мировой кризис в 2008 году и его последующие волны показали, что утилизация «старых» серий не только идет, но и идет с нарастающими темпами. Пик ее пришелся на 2008-2015 годы и этот процесс продолжается сейчас.

К настоящему времени из 75 знаменитых «Балтийских» проекта 781 (по сути, первая серия советских ССП, строились в 1962-1968 годах) списаны 68 (9 % – 7 судов потеряны в катастрофах, утилизировано в XXI веке 49 % – 37 судов, до 2000 года – 24 судна). В эксплуатации 8 судов средним возрастом 51,2 года, из них 5 с флагом России.

Из 40 не менее знаменитых «Волго-Балтов» советской постройки проекта 791 (строились в 1962-1969 годах) списаны 34 (13 % – 5 судов потеряны в катастрофах, утилизировано в XXI веке 33 % – 13 судов, до 2000 года – 16 судов). В эксплуатации 4 судна средним возрастом 51 год, причем только 1 с флагом России.

Из 73 «Волго-Балтов» проекта 2-95 первых серий постройки ЧССР (строились в 1967-1974 годах) списаны 44 (10 % – 7 судов потеряны в катастрофах, утилизировано в XXI веке 51 % – 37 судов, до 2000 года – 1 судно). В эксплуатации 27 судов средним возрастом 46,4 года, причем только 9 с флагом России.

**Таким образом, фактический возраст списания судов смешанного плавания – около 45-50 лет. При этом около 10 % судов к этому возрасту теряют в катастрофах.**

**Средний возраст существующих судов около 40 лет.**

**Поэтому через 5-10 лет вполне объективно будут списаны более 50 % эксплуатируемого в настоящее время флота, что приведет к обвалу объемов перевозок на водном транспорте.**

Основными критериями грядущего массового списания судов внутреннего и смешанного река-море плавания в РФ являются:

- крайний физический износ – суда эксплуатируются по 40 лет и более (сухогрузы типа «Шестая пятилетка», «Окский», «Калининград», «Волго-Дон», танкеры типа «Волго-Нефть», «ГЭС» и др.);

- моральное старение, например, главной экологической проблемой судов типа «Волго-Нефть» являются наличие высоты второго дна, не удовлетворяющей требованиям МК МАРПОЛ, избыточные длины грузовых танков и отсутствие отстойных танков – эти суда не должны работать в море на перевозках тяжелой нефти и нефтепродуктов, т.е. грузов с плотностью 0,900 т/куб. м и более уже с 2008 года;

- большие капиталовложения в поддержание должного технического состояния судов для прохождения классификационного освидетельствования Регистром (документы действуют в течение 5 лет при условии ежегодного подтверждения). В результате затраты на ремонт и подтверждение классификационных документов не окупаются в течение 4-5 лет на тех направлениях и грузах, где работает судно, т.е. ремонт и подтверждение класса экономически нецелесообразно;

- в случае, когда дальнейшая эксплуатация судна угрожает безопасности судоходства и связана с высокими рисками аварии;

- в случае, когда рост эксплуатационных затрат, связанных с поддержанием судов в рабочем состоянии (топливо, масло, запчасти, материалы, страхование и др.), делает его дальнейшую эксплуатацию нерентабельной.

Помимо объективного старения флота, необходимо учесть и влияние новых международных требований. Они вообще изменят состав флота в ближайшие годы.

Например, 8 сентября 2017 года (как всегда неожиданно для отечественных судовладельцев) вступает в силу Международная конвенция о контроле судовых балластных вод и осадков и управлении ими 2004 года (Конвенция BWM 2004). Она окажет заметное влияние на суда, совершающие международные рейсы. Существующим судам дан переходный период – они должны быть дооборудованы системой обработки балластных вод (СОБВ) к первому после 8 сентября 2017 года очередному освидетельствованию.

Таким образом, существующие суда смогут проработать без СОБВ не более ПЯТИ лет после 8 сентября 2017 года, т.е. до сентября 2022 года. Для судов «советской» постройки затраты по приведению к требованиям BWM-2004 составляют 500-800 тыс. долларов и выше.

Это означает, что в течение пяти лет значительная часть судов смешанного река-море плавания будет либо списана, либо вернется на реку или будет работать исключительно в малом каботаже без выхода за территориальные воды или только в Каспийском море (причем этот вариант решения еще не окончательный).

**Заключение.** Предстоящее списание флота воднотранспортной отрасли нанесет существенный, практически невозполнимый ущерб, в первую очередь, внутренним речным перевозкам и смешанным перевозкам.

Выявлена принципиально важная тенденция – старые суда смешанного река-море плавания утилизируются уже вне юрисдикции России и Украины, т.е. в силу ужесточения требований «приличных» классов к ним, эксплуатировать с «нормальным» флагом не выгодно, поэтому их продают иностранным судовладельцам (как правило, турецким) со сменой флага и класса на менее требовательный, при этом работать эти суда продолжают на той же грузовой базе, что и раньше (т.е. с южных портов).

Фактически их новые владельцы «добивают» в течение некоторого времени и потом сдают на металлолом. Уже имея иные флаги и классы, такие суда попадают в различные происшествия, включая катастрофы, собственно, потери по авариям во многом связаны именно с подобным «серым» способом эксплуатации. Обычный анализ не дает увидеть подобное завершение «карьеры» судов смешанного плавания.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Официальный интернет-портал федерального агентства морского и речного транспорта. Статья «Итоги транспортной деятельности на внутренних водных путях Российской Федерации в навигацию 2016 года». URL: <http://www.torflot.ru/lenia/n2811.html> (дата обращения 17.01.2017).*
2. *Официальный сайт компании ООО «В.Ф. Танкер». Статья «В.Ф. Танкер» подвел итоги работы в навигационный период 2016 года». URL: <http://www.vftanker.ru/news/2016/12/12/1211/> (дата обращения 17.01.2017).*
3. *Официальный сайт судоходной компании «Волжское пароходство». Статья «Компания «Волжское пароходство» завершила навигацию 2016 года». URL: <http://www.volgaflot.com/o-kompanii/novosti/--kompaniya--volzhskoe-parokhodstvo--zavershila-na/> (дата обращения 16.01.2017).*
4. *Официальный сайт судоходной компании «Северо-Западное пароходство». Статья «Перевозки зерна Северо-Западного пароходства выросли на 35% до 1,12 млн тонн». URL: <http://www.nwship.com/ru/press-centre/news-nwsc/2016/2450> (дата обращения 18.01.2017).*
5. *История северорусского судостроения / Г.Е. Дубровин, А.В. Окороков, В.Ф. Старков, П.Ю. Черношвитов. – СПб.: Алтейя, 2001; М.: Институт Археологии Российской Академии наук, 2001; Российский Институт культурологии Российской Академии наук, 2001. – 404 с.*
6. *Грузовые суда смешанного плавания / В.А. Евстифеев, П.Г. Варенов, В.В. Иконников, М.Г. Шмаков. – Л.: Судостроение, 1971. – 248 с.*
7. *Богданов Б.В. Морские и рейдовые баржи. – Л.: Судпромгиз, 1963. – 296 с.*
8. *Технико-эксплуатационные качества судов смешанного плавания / В.Н. Анфимов, В.И. Асиновский, Ю.Л. Беляк, А.Ф. Видецкий и др. / Под ред. А.Ф. Видецкого. – М.: Транспорт, 1974. – 272 с.*

9. *Зернов С. Транспортная недоступность Республики Саха (Якутия): мифы и реальность. – Речной транспорт (XXI век). – № 5. – 2007. – С. 46-53.*
10. *Егоров Г.В. Проектирование судов ограниченных районов плавания на основании теории риска. – СПб.: Судостроение, 2007. – 384 с.*

*Стаття надійшла до редакції 15.09.2017*

**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. Коноплев**

УДК 629.5.01:656.6

Г.В. Егоров, И.А. Ильницкий, В.И. Тонюк, Н.В. Автутов

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ  
АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ СУДОВ НОВЫХ КОНЦЕПТОВ

*В статье представлены результаты работы многофункциональных спасательных судов (МАСС) нового поколения, разработанных Морским Инженерным Бюро. Особое внимание уделено построенной в 2012-2015 годах серии уникальных мелкосидящих МСС с арктическим ледовым классом мощностью 4 МВт для Балтийского и Черноморско-Азовского регионов и спасателям с ледокольными функциями мощностью 7 МВт для работы в условиях Северного Морского пути и Дальнего Востока. Отмечается, что наличие сложного сочетания функций приводит к взаимно противоречивым тенденциям в выборе обводов, главных размеров и других характеристик МСС.*

**Ключевые слова:** проектирование, многофункциональное спасательное судно, спасение, экология, ледокол, опыт эксплуатации.

*У статті представлено результати роботи багатофункціональних рятувальних суден (БРС) нового покоління, розроблених Морським Інженерним Бюро. Особлива увага приділена побудованим в 2012-2015 роках серії унікальних мілкосидячих БРС із арктичним льодовим класом потужністю 4 МВт для Балтійського й Чорноморсько-Азовського регіонів і рятувальним суднам із криголамними функціями потужністю 7 МВт для роботи в умовах Північного Морського шляху й Далекого Сходу. Відзначається, що наявність складної комбінації функцій призводить до взаємно суперечливих тенденцій у виборі обводів, головних розмірів і інших характеристик БРС.*

**Ключові слова:** проектування, багатофункціональне рятувальне судно, порятунок, екологія, криголам, досвід експлуатації.

*In paper results of operation of new generation multifunctional salvage vessels (MPSV) designed by Marine Engineering Bureau are presented. The special attention is given to the series of unique shallow-draught MPSVs with Arctic ice class with power of 4 MW for Baltic and Azov-Black Seas regions which were built in 2012-2015 and salvage vessels with icebreaker functions with power of 7 MW for operating in conditions of Northern Sea Route and Far East. It is marked that occurrence of complex function combinations leads to mutual conflicting tendencies when hull forms, principal particulars and other prosperities of MPSV are choosing.*

**Keywords:** design, multipurpose salvage vessel, rescue, ecology, ice breaker, operation experience.

**Постановка проблемы.** Средний срок службы судов-спасателей флота Морспасслужбы превышает 26 лет.

Дальнейшая эксплуатация судов с таким сроком службы сопряжена со значительными затратами на текущее содержание, техническое обслуживание и ремонт, с увеличением риска аварийных происшествий и заметным моральным старением оборудования и самих концептов судов. В подобной ситуации единственным выходом является строительство новых судов для обеспечения аварийно-спасательной готовности (АСГ) [2; 11].

Проектированию судов для АСГ были посвящены работы [4; 5; 9]. Эксплуатации спасательных судов и буксиров – публикации [15; 1; 8; 10]. Однако все они отражают решения, которые были актуальны в 60-80-х годах прошлого столетия и заметно устарели (вместе с теми судами, о проектировании которых в них шла речь).

Например, общей тенденцией является строительство многофункциональных спасательных судов (МАСС), что совершенно не было освещено в этих публикациях, в том числе более поздних [12; 14; 3].

С 2008 года было развернуто проектирование и строительство таких целой «линейки» МАСС современных концептов (MPSV06, MPSV07, MPSV09, MPSV12) мощностью от 2 до 7 МВт для различных районов и условий работы, а также несколько меньших по размерам морских водолазных судов (МВС) пр. SDS08, а также ряда других проектов (суда обеспечения пр. DCV61). Проектирование этих концептов осуществляло Морское Инженерное Бюро.

Об особенностях новых концептов уже было отмечено в работах Бюро [13; 6; 7], однако не меньший интерес представляет и следующий этап исследований, а именно рассмотрение применения этих судов, которые успели построить с 2010 года.

**Целью настоящей публикации** является анализ опыт эксплуатации новых концептов для обеспечения АСГ, с целью применения при проектировании следующих судов.

**Изложение основного материала.** За период с 2010 года вошло в строй более двадцати аварийно-спасательных судов проектов Морского Инженерного Бюро MPSV06, MPSV07, SDS08, а также проектов Бюро Агат-Дизайн А160, А40 (заводы-строители: «Нижегородский Теплоход», Невский судостроительно-судоремонтный завод, Ярославский завод, Судоверфь братьев Нобель в Рыбинске). Находятся в постройке еще четыре МАСС проекта MPSV12, судно проекта MPSV06, предполагается к строительству по одному МАСС проекта MPSV07, SDS08, а также ряд других судов.

Построенные суда активно используются.

В августе 2011 года МВС проекта SDS08 «Ростов Великий» участвовал в комплексных учениях сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций «Арктика-2011» в акватории губы Буор-Хая моря Лаптевых, порт Тикси. Соглас-

но сообщениям Государственного морского спасательно-координационного центра в ходе учений отрабатывались следующие учебные задачи: «Ликвидация аварийного разлива нефти регионального значения», «Поиск и спасание людей терпящих бедствие на море» и «Тушение пожара на аварийном судне». Учебные цели были достигнуты. «Ростов Великий» был самым новым судном из состава комплексной группировки флота, принявшей участие в учениях «Арктика-2011», при этом использовались его возможности не только и не сколько как водолазного судна, сколько как малого судна обеспечения (ЛАРН и пожаротушение).

**В период с 13 октября по 25 октября 2011 года** МВС проекта SDS08 «Стольный град Ярославль» принимал участие в спасательной операции танкера «Григорий Бугров».

Краткая справка: в **14.32 13 октября** танкер, имея на борту груз – 6138 тонн мазута и запасы – 44 тонны дизельного топлива, 1,5 тонны масла, 5 тонн льяльных вод и 30 тонн пресной воды, столкнулся с неизвестным подводным объектом. После столкновения в течение короткого времени было затоплено машинное отделение, судно потеряло ход, обесточилось, получило крен около 30 градусов на ЛБ и дифферент 4,5 м, на корму. В результате танкер сел кормой на грунт. Танкер получил пять последовательных пробоин днища с ЛБ на длине около 96 м (72 % от габаритной длины судна – от форпика до МО) и принял около 3000 тонн забортной воды (28 % от водоизмещения по ЛГВЛ). Учитывая, что на борту было еще и 6138 тонн груза и около 80 тонн запасов, следует признать, что состояние судно было крайне опасным и сама операция с таким объектом крайне тяжелой (как говорится, «на грани возможного»). «Стольный град Ярославль» обеспечивал работу водолазов, поставил боновое ограждение и был, как самое новое судно из принимавших участие в операции, с современными средствами коммуникации и связи, местом размещения штаба. Результат аварийно-спасательной операции: экипаж танкера не пострадал, разлива груза не допустили, судно «Григорий Бугров» спасено.

**В апреле-мае 2012 года** МВС «Ростов Великий» спасал сухогруз «Тихон Семушкин», выполняя работы по откачке воды из машинного отделения, водолазные работы и обеспечение буксировки.

Краткая справка: судно «Тихон Семушкин» из-за спора хозяйствующих субъектов около трех лет стояло брошенным у пирса в поселке Авача. В апреле 2012 года вандалы выкрутили клапаны, выполненные из цветного металла, из системы охлаждения главного двигателя, в машинное отделение хлынула вода. Судно опустилось кормой на грунт, возникла опасность опрокидывания сухогруза и разлива топлива. Водолазам удалось герметизировать судно, затем сухогруз был отбуксирован к причалу Сахалинского бассейнового аварийно-спасательного управления (в Петропавловске-Камчатском). С помощью оборудования МВС откатали около 100 кубометров нефтесодержащих вод из цистерн аварийного



судна и устранили опасность опрокидывания судна. Машинное отделение и другие загрязненные мазутом помещения обработали сорбентом.

**В июне 2013 года** МАСС проекта MPSV07 «Спасатель Карев» с оборудованием для ликвидации разливов нефти/нефтепродуктов (бортовые нефтесборные тралы, боновые заграждения, скиммеры) принял участие в международных учениях по ликвидации разлива нефти «BALEX DELTA 2013». Учения проводились на подходах к порту Варнемюнде (Германия). По сценарию в результате аварии траулера «Seewolf» и танкера «Spiekerog» произошел разлив 2500 куб. метров мазута марки IFO-180 на акваторию моря. Для ликвидации последствий разлива было задействовано около 25 судов, силы и средства девяти прибалтийских государств, включая Российскую Федерацию, представленную «Спасателем Каревым». Новое судно вызвало живой интерес у участников и наблюдателей.

**25 июля 2013 года** МВС «Ростов Великий» принял участие в учениях по поиску и спасанию людей в море и помощи аварийному судну в Авачинской губе под руководством МСПЦ Петропавловск-Камчатский ФГУ «Администрации морского порта».

**26 июля 2013 года** МАСС «Спасатель Карев» принял участие в бассейновых учениях в Финском заливе в районе о. Сескар. Это учение по поиску и спасанию людей, терпящих бедствие на море, было организовано и проведено Морским спасательно-координационным центром (МСКЦ) Санкт-Петербург АМП «Большой порт Санкт-Петербург» совместно с ФБУ «Балтийское бассейновое аварийно-спасательное управление» (БалтБАСУ) системы Госморспасслужбы России (Росморречфлот).

По сценарию учения НИС «Экобалт» столкнулось с неизвестным подводным препятствием в районе о. Сескар, возникла угроза затопления, экипаж покинул судно на спасательных плотках. МСКЦ СПб принял сигнал бедствия от НИС «Экобалт», произвел оповещение судов в районе бедствия, в район аварийного судна направлены спасательные суда, несущие постоянную аварийно-спасательную готовность в регионе и суда, находящиеся в районе бедствия. Учебная обстановка была максимально приближена к реальной – в спасательные плоты высажены профессиональные спасатели Поисково-спасательной службы Санкт-Петербурга. Штаб руководства операцией, развернутый в Едином ситуационном центре АМП «Большой порт Санкт-Петербург», принял решение об эвакуации спасенных членов экипажа аварийного судна в порт Усть-Луга. Служба капитана порта Усть-Луга провела подготовительные мероприятия к приему эвакуированных. В результате проведения поисково-спасательной операции обнаружены и подняты из воды и с плотов все члены экипажа НИС «Экобалт», им была оказана необходимая первичная помощь.

**В период с 17 по 24 января 2014 года** МАСС «Спасатель Карев» успешно осуществил в интересах ОАО «Рособоронэкспорт» буксировку построенной на Адмиралтейских верфях для Вьетнама дизель-элект-

рической подводной лодки «Хошимин» из порта Санкт-Петербург в порт Калининград. Буксировка проводилась в сложных зимних условиях, во льду. Судно отработало в штатном режиме. Экипаж показал хорошие практические навыки по управлению спасательным судном новейшего поколения. Заказчик письменно выразил благодарность экипажу за высокий профессионализм и слаженную работу.

**15 мая 2014 года** МАСС «Спасатель Кавдейкин» (второе в серии) принял участие в учении по локализации и ликвидации разлива нефтепродуктов на акватории Кольского залива в районе поселка Мишуково. Учение проводилось в соответствии с Соглашением между Правительством Российской Федерации и Правительством Королевства Норвегии о сотрудничестве в борьбе с загрязнением нефтью в Баренцевом море.

**4 июня 2014 года** «Спасатель Кавдейкин» участвовал в международном учении по поиску и спасению людей «Баренц 2014», которое проводилось в Баренцевом море в районе Варангер фьорд (Норвегия).

По сценарию учения столкнулись два судна, одно из них танкер с грузом около 2000 тонн нефтепродуктов. Танкер получил пробоину, а на втором судне начался пожар. Экипажи судов по 20 человек. На танкере возникла угроза затопления, и экипаж покинул судно. Второе судно нуждалось в помощи по тушению пожара и спасению людей находившихся в задымленных помещениях. JRCC Северной Норвегии принял сигнал бедствия, произвел оповещение судов в районе бедствия и запросил помощи у МСКЦ Мурманск. В район аварии МСКЦ Мурманск направил спасательные суда, несущие постоянную аварийно-спасательную готовность и суда, находящиеся в районе бедствия. Учебная обстановка была максимально приближена к реальной.

На судно, нуждающиеся в помощи по тушению пожара, высажена аварийная партия, эвакуированы члены экипажа, спасены люди находящиеся в задымленных помещениях, пожар локализован пожарными средствами МАСС «Спасатель Кавдейкин» Остальные суда и корабли приняли участие, в поиске экипажа танкера покинувшего судно. Все манекены найдены с учетом того, что видимость в районе учений была не более 150-300 метров.

В ликвидации разлива нефтепродуктов приняли участие специализированные суда России и Северной Норвегии. Гидрометцентром Мурманской области применена программа по прогнозированию движения нефтяного пятна с учетом гидрометеоусловий в районе.

**17-18 июля 2014 года** головное МАСС проекта MPSV07 «Спасатель Карев» приняло участие в учениях по локализации и ликвидации разлива нефти и нефтепродуктов при строительстве разведочной скважины № 3-СД Долгинского нефтяного месторождения на шельфе Печорского моря с использованием СПБУ «GSP Saturn».

**24 июля 2014 года** третье МАСС проекта MPSV07 «Спасатель Заборщикова» применялось по назначению в комплексных учениях «Ликвидация последствий аварии танкера и разлива нефти федерального зна-

чения ЗАО «ИН-ТРАНЗИТ» при проведении операций с нефтепродуктами на временных рейдовых причалах П-1, П-4, П-5 якорной стоянки № 5-А морского порта «Большой порт Санкт-Петербург».

**6 августа 2014 года** МАСС «Спасатель Карев» участвовал в поисково-спасательном учении «Арктика-2014» в районе морской ледостойкой стационарной платформы «Приразломная». Учение «Арктика-2014» проводилось в рамках мероприятий Международной встречи представителей государств – членов Арктического Совета. В учении приняли участие органы управления силы и средства Минтранса России, МЧС России, Минобороны России, Пограничной службы ФСБ России, Росморречфлота, Росавиации, Ненецкого автономного округа, ФБУ «Госморспасслужба России», ОАО «Совкомфлот», ОАО «Газпром», ОАО «ЛУКОЙЛ», группы компаний «Транзас» и др. В учении было задействовано самолётов и вертолётотв – 4 ед. кораблей и судов – 11 ед. и около 500 человек личного состава.

Учение было проведено в четырех эпизодах, в течение одного дня.

Эпизод № 1 – «Поиск и спасание людей, терпящих бедствие на море».

Эпизод № 2 – «Оказание помощи аварийному судну». Участники эпизода: МАСС «Спасатель Карев», танкер «Михаил Ульянов».

Эпизод № 3 – «Ликвидация разлива нефти на море в результате аварии танкера» (категория ЧС федерального значения). Участники эпизода: МАСС «Спасатель Карев», суда обеспечения «Юрий Топчев», «Владислав Стрижов», «Тобой» и «Юшар».

Эпизод № 4 – «Защита и очистка прибрежной полосы от нефтяного загрязнения».

В ходе учения «Арктика-2014» было отработано взаимодействие комиссий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности и участников учения, проведена оценка достаточности средств и технических возможностей оборудования по ликвидации разливов нефти, а также эффективности спланированных действий сил и средств по ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Международными наблюдателями был отмечен высокий уровень организации подготовки и проведения учения.

**В период с 24 июня по 8 августа 2014 года** МВС «Стольный град Ярославль» принимал участие в буксировочной операции элементов конструкции буровой платформы итальянской компании SAIPEM на месторождение им. В. Филановского на Каспийском море. Общая протяженность буксировки из порта Астрахань по Волго-Каспийскому каналу до месторождения составила порядка 180 километров. Учитывая уникальность буксировочной операции, она проводилась только в светлое время суток. Для безопасного прохождения каравана, на время буксировки останавливалось движение судов по Волго-Каспийскому каналу. До кон-

ца 2014 года планируется участие водолазного судна «Стольный град Ярославль» в четырех подобных буксировочных операциях.

**В августе-сентябре 2014 года** МАСС «Спасатель Заборщиков» успешно осуществил буксировку землесоса «Олег Стрельчя» по Северному морскому пути от линии мыс Каменный – мыс Трехбугорный в Обской губе до устья реки Яна Ленского бассейна. Условиями контракта так же предусматривалось встреча с атомным ледоколом «50 лет Победы» в районе острова Диксон и прохождения за ним через пролив Вилькицкого. Буксировка проходила в сложных погодных условиях – волновой зыби и штормового ветра. Судам неоднократно приходилось укрываться в бухтах, в ожидании улучшения погоды. Экипаж МАСС «Спасатель Заборщиков» под руководством капитана Александра Плотникова успешно справился с поставленной задачей – самоходный дизель-электрический землесос был передан Ленскому ГБУ.

**10 сентября 2014 года** он же завершил буксировку по Северному морскому пути землесоса проекта 1-517-03 «Витим». Буксировка 73-х метрового «Витима» была осуществлена от приемного буя внешнего бара устья реки Яна до приемного буя внешнего бара устья реки Лена.

**23 сентября 2014 года** МАСС «Спасатель Карев» второй раз за год участвовал в учениях по локализации и ликвидации разлива нефти и нефтепродуктов при строительстве разведочной скважины № 3-СД Долгинского нефтяного месторождения на шельфе Печорского моря с использованием СПБУ «GSP Saturn».

В учении приняли участие силы и средства Балтийского филиала ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота», МАСС «Спасатель Карев», МСКЦ Мурманск, СПБУ «GSP Saturn», судно обеспечения «Stril Commander», ООО «Газпромнефть-Сахалин».

**С 29 сентября по 4 октября 2014 года** МВС «Углич» экспонировался на V Международной научно-практической конференции «Водолазное дело России». За это время новый спасатель посетили более 250 участников конференции.

**С 19 по 29 октября 2014 года** МВС «Стольный град Ярославль» приняло участие уже в четвертой по счету уникальной буксировочной операции по транспортировке центральной технологической платформы из п. Астрахань к месту установки на месторождении им. В. Филановского. Работа осуществлялась в рамках исполнения Контракта о водолазном обеспечении при транспортировке и установке объектов на месторождении, заключенному между ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота» и итальянской компанией SAIPEM. Сложность этой заключительной буксировки характеризовалась ухудшением обстановки по осенним метеоусловиям плавания в Каспийском море с сильными сгонными ветрами северных направлений, уменьшением проходной осадки по ВКМСК судов каравана, усилением ветра и волнения моря, понижении температуры воздуха, а также уменьшением видимости и осадков вплоть до снега. Поэтому не удивительно, что время буксировки составило 10 суток

при общей протяженности маршрута из порта Астрахань до месторождения порядка 240 километров.

Флагман водолазного флота Каспийского филиала ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота» МВС «Стольный град Ярославль» принимал участие во всех четырех буксировочных операциях элементов конструкции буровой платформы обеспечивая безопасность движения во главе буксирного каравана. Экипаж МВС успешно справился с поставленными задачами.

**С 1 июля по 11 октября 2014 года** МАСС «Спасатель Карев» обеспечивал аварийно-спасательную и ЛРН готовность в Карском море в районе буровых платформ. Дежурство осуществлялось по договору с ООО «Карморнефтегаз». МАСС участвовал в ежемесячных учениях по ликвидации разливов нефти с силами ООО «Карморнефтегаз» и «ЕХХОНМОВЛ»; осуществлял охрану ППБУ «West Alpha»; выполнял ледовую разведку и мониторинг ледовой обстановки в районе буровых работ; обеспечивал безопасность при пересадке обслуживающего персонала с обеспечивающих судов на ППБУ «West Alpha»; сопровождал ППБУ «West Alpha» до Карских ворот.

**С 12 по 27 октября 2014 года** МАСС «Спасатель Карев» и МВС «Рыбинск» обеспечивали аварийно-спасательную и ЛРН готовность в Баренцевом море на месторождении Песчаноозерское о. Колгуев. Дежурство осуществлялось по договору с ЗАО «Арктикнефть». За время несения дежурства были выполнены:

- подъем, присоединение, монтаж, демонтаж плавучих шлангов нефтепровода (дюкера), плавучего буя;
- удержание танкера «СРО FINLAND» на буксире при погрузке сырой нефтью с дюкера в сложных погодных метеоусловиях;
- спасательные работы по подъему оборванных плавучих шлангов нефтепровода на борт судна;
- водолазные работы по поиску места обрыва дюкера.

**В ночь с 7 на 8 ноября 2014 года** МАСС «Спасатель Карев» в условиях восьмибалльного шторма по указанию руководителя буксировки принял на борт часть экипажа буровой платформы «GSP Saturn» в количестве 21 человек.

Затем уже в штатном режиме в составе каравана назначением порт Мурманск, следовавшего из Печорского моря, МАСС обеспечивал безопасность буровой платформы «GSP Saturn».

За умелые и грамотные действия капитана и экипажа, от руководства компании ООО «Газпромнефть-Сахалин» выражена благодарность экипажу МАСС «Спасатель Карев».

Начиная с **20 ноября 2014 года** МВС «Стольный град Ярославль» обеспечивал АСГ в работах по выводу новой самоподъемной плавучей буровой установки (СПБУ) «Меркурий» проекта Super 116E из п. Астрахань в Каспийское море. Высота платформы около 150 м, вес более 11 тысяч тонн, осадка 4,5 м. В усложняющихся условиях плавания в

осенне-зимний період буксировка будет проводиться только в светлое время суток с обязательной приостановкой движения других судов по Волго-Каспийскому морскому судоходному каналу и займет не менее 10 дней. Общая протяженность маршрута 200 километров.

На борту МВС находились подготовленные водолазы, принимавшие участие в различных спасательных операциях на море.

**28 апреля 2015 года** МАСС «Спасатель Заборщикова» принял участие в совместных учениях Восточного филиала ФГБУ «АМП Приморского края и Восточной Арктики», Приморского филиала ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота», Находкинского филиала ЗАО «Роснефтефлот», НАСФ ООО «Наяда» по ликвидации чрезвычайной ситуации, обусловленной разливом нефтепродуктов на акватории морского порта Восточный.

Учения проводились для:

- отработки организации действий сил и средств, органов управления при ликвидации разлива нефтепродуктов;
- проверки практическую работу ШРО при проведении операции по ликвидации разлива нефти;
- проверки уровня подготовленности персонала аварийно-спасательных формирований Приморского филиала ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота», Находкинского филиала ЗАО «Роснефтефлот», НАСФ ООО «Наяда» при ликвидации последствий чрезвычайной ситуации, обусловленной разливом нефтепродуктов.

МАСС «Спасатель Кавдейкин» (из состава Северного филиала ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота») принял участие в буксировке баржи-трубоукладчика «Дефендер», судовладелец АО «Межрегионтрубопроводстрой».

На первом этапе с 23 марта по 5 апреля 2015 года была осуществлена буксировка баржи-трубоукладчика «Дефендер» из порта Мурманск в порт Ставангер.

На втором – обратно. Буксировка успешно завершена 19 мая 2015 года.

**23 июня 2015 года** МАСС «Спасатель Карев» принял участие в совместных комплексных учениях ООО «НК «Приазовнефть», подразделений Азово-Черноморского и Балтийского филиалов ФБУ «Морспасслужбы Росморречфлота» по предупреждению и ликвидации разлива нефти и нефтепродуктов (ЛРН) при строительстве поисково-оценочной скважины № 1 «ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ» с использованием СПБУ «GSP URANUS».

Учения проводились на акватории северной части Темрюкско-Ахтарского лицензионного участка Азовского моря.

В учении от ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота» приняли участие силы и средства: МАСС проекта MPSV07 «Спасатель Карев», дежурная группа аварийно-спасательного формирования по ликвидации

разливов нефти Балтийского филиала и группа «Берег» Азово-Черноморского филиала ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота».

Цели учения:

1. Отработка организации работы штаба руководства операцией по локализации и ликвидации разлива нефтепродуктов при возникновении чрезвычайной ситуации на СПБУ «GSP URANUS».

2. Проверка достаточности сил и средств для локализации и ликвидации разлива нефти и нефтепродуктов.

3. Отработка организации взаимодействия диспетчерских служб, функциональной и территориальной подсистем при возникновении чрезвычайной ситуации, обусловленной разливом нефти и нефтепродуктов, на акватории Азовского моря (на СПБУ «GSP URANUS»).

4. Проверка готовности сил и средств ЛРН филиалов ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота» при действиях в чрезвычайной ситуации.

5. Проверка готовности сил и средств СПБУ «GSP URANUS» по борьбе с пожаром и ликвидации разлива нефти.

**12 июля 2015 года** МВС «Рыбинск» в Обской губе Карского моря успешно провело операцию по обнаружению и идентификации затонувшего объекта.

Операция по обнаружению и идентификации затонувшего объекта была инициирована ОАО «Совкомфлот» и ООО «СКФ Юником» после инцидента произошедшего с танкером «SCF Yenisei» 14 сентября 2014 года в Обской губе Карского моря. Провести операцию по обнаружению и идентификации неопознанного затонувшего объекта было предложено Федеральному агентству морского и речного транспорта. 12 июля 2015 года после двух дневного поиска затонувший объект был обнаружен и после проведенного водолазного обследования был идентифицирован. Установлены точные координаты и местоположение объекта представляющего серьёзную опасность для навигации. За оперативное и успешное проведение работ руководство ОАО «Совкомфлот» выразило свою благодарность.

**23 июля 2015 года** МАСС «Спасатель Заборщиков» принял участие в учениях на акватории Охотского моря в районе Киринского газоконденсатного месторождения по ликвидации аварийного разлива нефти (ЛРН), «произошедшего» при эксплуатации ППБУ «Северное Сияние».

Учения проводились ООО «Газпром флот» и ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота» с целью:

1. Отработки организации взаимодействия диспетчерских служб, при возникновении чрезвычайной ситуации, обусловленной разливом нефти на акваторию моря с ППБУ «Северное Сияние».

2. Проверки готовности сил и средств ЛРН ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота» при действиях в чрезвычайной ситуации.

3. Проверки готовности сил и средств ППБУ «Северное Сияние» к ликвидации разлива нефти.

Опыт применения нового поколения судов для АСГ показывает, что такие суда действительно должны быть многофункциональными, так как весьма сложно представить себе, что под каждую задачу можно будет сейчас построить отдельное судно – это и экономически не целесообразно, и вызывает большие сложности с возможностью осуществления самих задач – не факт, что объект с востребованными функциями будет «под рукой».

Поэтому современные МАСС должны быть хорошо приспособлены для выполнения следующих функций:

- патрулирование, аварийно-спасательное дежурство в районах интенсивного судоходства, рыбного промысла, морских нефтяных и газовых промыслов;

- поиск, спасение, эвакуация и размещение людей, оказание им медицинской помощи;

- снятие с мели и рифов аварийных судов, откачка воды из затопленных отсеков;

- буксировка аварийных судов и объектов к месту убежищ, а также выполнение морских буксировок судов, плавучих объектов и сооружений во льдах и на чистой воде, оказание помощи судам и выполнение спасательных работ в ледовых условиях и на чистой воде;

- оказание помощи в тушении пожаров на плавучих и береговых объектах, доступных для подхода с моря;

- тыловое и техническое обеспечение, в том числе выполнение подводно-технических работ водолазов на глубинах до 60 метров;

- тушение горящего на воде топлива, ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов (ЛАРН);

- освидетельствование и очистка подводной части корпуса судов, плавучих и береговых объектов.

**С 29 августа по 3 сентября 2015 года** МВС проекта SDS08 «Углич» приняло участие в операции по поиску и подъему пропавших дайверов в районе затопления линкора «Свободная Россия» на акватории морского порта Новороссийск.

Операция проводилась на глубине 40 метров. Пропавшие дайверы осуществляли погружения на затопленный в 1918 году линкор «Свободная Россия» (ранее «Екатерина Великая»).

**В летнюю навигацию 2015 года** МВС проекта SDS08 «Рыбинск» осуществляло дежурство на мысе Каменном. Официальным письмом от 12 октября 2015 года ООО «ОНЕГО ШИПИНГ» выразило благодарность аварийно-спасательному формированию (АСФ) Архангельского филиала ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота» за качественную и отлично организованную работу.

**2 ноября 2015 года** МВС проекта SDS08 «Ростов Великий» приняло участие в совместных учениях Приморского филиала ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота» и ООО «ПортБункерСервис» на акватории морского порта Владивосток. Тема учений: «Ликвидация последствий



чрезвычайной ситуации, обусловленной разливом нефтепродуктов на акватории порта Владивосток».

Учения прошли успешно, учебные цели достигнуты, поставленные задачи выполнены.

**23 ноября 2015** года МАСС мощностью 4 МВт проекта MPSV07 «Спасатель Заборщик» и МВС проекта SDS08 «Ростов Великий» приняли участие в учениях по борьбе с разливом нефтепродуктов на акватории морского порта Владивосток.

Учения проводились Приморским филиалом ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота», ООО «НИКО», ООО «Дилмас» и ООО «Прим-ПортБункер».

Учения прошли успешно, учебные цели достигнуты, поставленные задачи выполнены.

**4 декабря 2015** года МВС проекта SDS08 «Стольный град Ярославль» в составе сил и средств аварийно-спасательного формирования Каспийского филиала ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота» приняло участие в операции по спасению танкера-бункеровщика «Диалог», получившего подводные пробоины в результате столкновения с неизвестным объектом.

В ходе спасательной операции водолазы обнаружили и заделали пробоины в корпусе судна, спасатели провели откачку воды из всех отсеков тонущего бункеровщика. Принятыми мерами танкер был поставлен на плав.

В результате оперативных действий спасателей Каспийского филиала ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота» предотвращено загрязнение акватории Волго-Каспийского морского судоходного канала, судно было спасено и к 12:25 4 декабря 2015 отбуксировано на завод и поднято на слип для проведения корпусных ремонтных работ.

**Ночью 3 января 2016** года затонувший ранее в Астраханской области буксир «Рейдовый-23» был поднят и ошвартован к плавучему крану «Богатырь-3». Начата буксировка каравана к доку ООО «Галактика». Пострадавших и загрязнения нет. Участие в подъеме и постановке на плав буксира приняло МВС проекта SDS08 «Стольный град Ярославль» Каспийского филиала ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота».

При проведении работ по подъему затонувшего судна силы аварийно-спасательного формирования Каспийского филиала ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота» справились с поставленными задачами в полном объеме. В результате оперативных действий спасателей удалось избежать обширных загрязнений акватории морского порта Астрахань нефтепродуктами.

**12-13 января 2016** года МАСС мощностью 4 МВт проекта MPSV07 «Спасатель Карев» оказало помощь и осуществило аварийную буксировку потерявшего ход судна «Yangtze River», находившегося в 24 милях от порта Новороссийск.

**27 января 2016 года** МВС проекта SDS08 «Углич» приняло участие в тушении пожара на сухогрузном судне «Нардиз», находившемся на 128,9 км Волго-Каспийского канала и следовавшим рейсом порт Астрахань-порт Энзели с генеральным грузом 2256 тонн.

**С 1 февраля 2016 года** в рамках ледовой кампании арктическое МАСС мощностью 4 МВт проекта MPSV07 «Спасатель Кавдейкин» осуществляло ледовую проводку судов в морской порт Ванино и на подходах к нему.

**С 25 по 29 февраля 2016 года** МВС проекта SDS08 «Стольный град Ярославль» и аварийно-спасательное подразделение Каспийского филиала ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота» предотвратили загрязнение акватории порта Астрахань.

25.02.2016 поступила информация о загрязнении нефтепродуктами акватории в районе с. Икряное и в районе СРЗ им. «А.П. Гужвина».

Для ликвидации загрязнения были направлены силы и средства аварийно-спасательного формирования Каспийского филиала ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота»: МВС «Стольный град Ярославль», аварийно-спасательное подразделение с оборудованием для локализации и ликвидации разливов нефтепродуктов. В ходе операции по локализации и ликвидации разлива нефтепродуктов, проведенной с 25 по 29 февраля 2016 года, было собрано около 4300 кг нефтепродуктов. Принятыми мерами не было допущено дальнейшее загрязнение акватории порта Астрахань.

**12 марта 2016 года** МВС проекта SDS08 «Стольный град Ярославль» и теплоход «ПТР-50 № 9» Каспийского филиала ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота» приняли участие в борьбе за живучесть туркменского сухогрузного судна «Магтымгулы».

Сухогрузное судно «Magtymguly» (флаг Туркменистан, экипаж 18 человек), совершая рейс порт Оля-порт Ноушехр (Иран) с грузом 2823 тонны пшеницы, на 81 км Волго-Каспийского морского судоходного канала (ВКМСК) при развороте для постановки на якорь столкнулся с подводным препятствием, вследствие чего судно получило пробоину в румпельном отделении. По данным Государственного морского спасательно-координационного центра Минтранса России, была начата откачка воды из румпельного отделения судовыми средствами, однако производительности судовых насосов не хватило, судно продолжало крениться.

Оперативный дежурный Каспийского филиала ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота» В 00:05 мск 12 марта 2016 г. получил от МСКЦ Астрахань информацию по аварии. На помощь были направлены аварийно-спасательное подразделение и водолазная станция, МВС проекта SDS08 «Стольный град Ярославль» и спасательный буксир «ПТР-50 № 9» с водоотливными средствами и оборудованием для ведения работ по локализации и ликвидации последствий аварийного разлива нефтепродуктов.

В ходе спасательной операции водолазы обнаружили пробоины в корпусе аварийного судна и провели работы по их заделке, спасатели откачали воду из румпельного отделения. После проведения аварийно-спасательных работ поступление забортной воды на аварийном судне «Магтымгулы» удалось ликвидировать и спрямить судно. В дальнейшем сухогруз был отбуксирован судном «Вышлов» в сопровождении МВС проекта SDS08 «Стольный град Ярославль» в порт Оля к месту проведения ремонтных работ.

Пострадавших, загрязнения окружающей среды, препятствий судоходству нет, судно спасено.

**30 марта 2016** года на акватории морского порта Владивосток проведены совместные комплексные учения Приморского филиала ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота», ООО «Франко Трейдинг», ООО «ЕМ Шиппинг», ООО «Владивостокская транспортная компания», ООО «ТРАНСНЕФТЬ» и ООО «МЭСОС» по ликвидации чрезвычайной ситуации, обусловленной разливом нефтепродуктов. В учениях приняли участие МАСС мощностью 4 МВт проекта MPSV07 «Спасатель Заборщиков» и многофункциональное МВС проекта SDS08 «Ростов Великий».

Учения прошли успешно, учебные цели достигнуты, поставленные задачи выполнены.

**С 10 марта 2016** года арктическое МАСС мощностью 4 МВт проекта MPSV07 «Спасатель Кавдейкин» ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота» обеспечивало выполнение научно-исследовательских работ специалистами ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова» на акватории Южно-Кириного месторождения на шельфе Охотского моря.

При этом осуществлялись:

- высадка в дневное время на ледовые образования экспедиционного состава с оборудованием для осуществления комплекса измерений;
- разрушение исследуемых ледовых образований корпусом судна, запись параметров работы двигателей судна и других характеристик возникающих нагрузок на корпус;
- обеспечение экспедиционным составом видео фиксации, инструментальных замеров и визуальных наблюдений характеристик ледового покрова и метеорологических параметров во время движения судна.

**14 апреля 2016** года МАСС мощностью 4 МВт проекта MPSV07 «Спасатель Демидов» осуществило подъем со дна Керченского пролива самолета-штурмовика ИЛ-2.

13 апреля 2016 года Азово-Черноморским филиалом ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота» совместно с ООО «Фертоинг» была начата операция по подъему самолетов, сбитых в годы Великой Отечественной войны. Самолеты были обнаружены осенью 2015 года. Экипаж судна МАСС проекта MPSV07 «Спасатель Демидов» по завершению водолазных работ, 14 апреля в 12:30 успешно выполнил завершающий этап по

подъему штурмовика ИЛ-2 с морского дна на палубу судна. Останки летчика в кабине самолета не обнаружены.

**В 2016 году** по сообщению пресс-службы компании «Газпром нефть шельф», МАСС мощностью 7 МВт проекта MPSV06 «Мурман» обеспечивало круглосуточное аварийно-спасательное дежурство в районе расположения платформы «Приразломная».

**1 июня 2016 года** МВС проекта SDS08 «Ростов Великий» приняло участие в учениях по ликвидации чрезвычайной ситуации, обусловленной разливом нефтепродуктов при аварии танкера и попадании нефтепродуктов на акваторию порта Находка.

В комплексных учениях Приморского филиала ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота» и ООО «Газпромнефть Шиппинг», ООО «Нажда», ООО «Павино» и ООО «Находка-Портбункер» приняли участие МВС проекта SDS08 «Ростов Великий», морское спасательное судно «Светломор-3», катер-бонопостановщик «Lanor LC-7500» и аварийно-спасательное подразделение со специализированным оборудованием.

Учения прошли успешно. Учебные цели достигнуты, задачи выполнены.

**В июне 2016 года** на акватории внешнего рейда морского порта Архангельск в районе острова Мудьюг было проведено бассейновое учение по поиску и спасению людей, терпящих бедствие в море. От Архангельского филиала в учениях принимало участие судно МВС проекта SDS08 «Рыбинск», которое было координатором на месте действия. Учение прошло успешно, цели и задачи достигнуты и выполнены полностью.

**С 16 по 18 июня 2016 года** арктическое МАСС мощностью 4 МВт проекта MPSV07 «Спасатель Кавдейкин» приняло участие в учениях на акватории Охотского моря в районе лицензионного участка «Лисянский».

В учениях приняли участие профессиональное аварийно-спасательное формирование Сахалинского филиала ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота» (дежурное судно: МАСС проекта MPSV07 «Спасатель Кавдейкин»), силы и средства ООО «Лисянскморнефтегаз» (суда обеспечения: «Бурбон Эксплорер 516», «Sea Supra», «Sea Frost»), представители органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

**17 июня 2016 года** МАСС мощностью 4 МВт проекта MPSV07 «Спасатель Демидов» Азово-Черноморского филиала ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота» совместно с ООО «Фертоинг» осуществило подъем со дна Керченского пролива четвертого самолета-штурмовика ИЛ-2. Все четыре самолета были обнаружены осенью 2015 года.

В экспедиции Кронштадтского морского музея принимали участие военные историки, поисковики и журналисты. Найденные самолеты были сбиты в 1943 году в ходе Керченско-Эльтигенской десантной операции.

**2 августа 2016 года** в районе морской ледостойкой стационарной платформы (МЛСП) «Приразломная» «Газпром нефть шельф» провела плановые тактико-специальные учения (ТСУ) по локализации и ликвида-

ции нефтяных разливов. В учениях приняло участие МАСС мощностью 7 МВт проекта MPSV06 «Мурман», а также сама МЛСП «Приразломная», транспортно-буксирное судно «Алеут», ледокольное судно «Юрий Топчев», катера-бонопостановщики, 3 вертолета МИ-8АМТ и другая техника и оборудование, предназначенные для защиты акватории и береговой линии.

В ходе учений были отработаны методы локализации и ликвидации условного нефтяного разлива на море в результате аварии танкера, а также проведены мероприятия по защите и очистке прибрежной полосы от предполагаемого нефтяного загрязнения в районе поселка Варандей и острова Долгий. По легенде учений ликвидация нефтяного разлива на острове длилась двое суток. Одной из важнейших задач стала доставка на остров Долгий контейнеров с оборудованием и модулей вагон-городка для работы штаба ликвидации чрезвычайной ситуации и организации проживания персонала спасательной группы. Доставка сил и средств производилась вертолетами МИ-8АМТ с системой внешней подвески.

По итогам учений комиссия, в состав которой вошли представители государственных органов по Ненецкому автономному округу, отметила готовность компании «Газпром нефть шельф» к выполнению действий, предусмотренных Планом по предупреждению и ликвидации разливов нефти в зоне ответственности платформы «Приразломная».

**С 20 по 21 августа 2016 года**, группой водолазов Каспийского филиала ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота» с борта МВС проекта SDS08 «Стольный град Ярославль» было проведено обследование участка дна северной части Каспийского моря под установку самоподъемной буровой «Нептун» для строительства поисково-оценочной скважины «Хазри-1», с видео фиксацией результатов обследования. Работа была произведена по заявке ООО «Лукойл-Нижневожскнефть» на глубине 45 метров.

В результате обследования подтверждена безопасность установки буровой платформы на обследуемом участке, посторонних предметов не обнаружено.

**14 сентября 2016 года** МАСС мощностью 4 МВт проекта MPSV07 «Спасатель Демидов» приняло участие в международных комплексных учениях по ликвидации последствий аварии танкера в море «RU DELTA 2016» на тему «Поиск и спасание людей, терпящих бедствие в море, оказание помощи аварийному судну и ликвидация разлива нефти в море и на прибрежной полосе». Учения были проведены на Чёрном море в районе морского порта Новороссийск.

**В ноябре 2016 года** Роснефть успешно завершила полевой этап комплексной экспедиции, организованной Арктическим Научным Центром (АНЦ) в Восточной Арктике. Работы осуществлялись с борта МАСС ледового плавания мощностью 4 МВт проекта MPSV07 «Спасатель Карев».

В ходе экспедиции участниками были выполнены геохимические и инженерно-геофизические исследования на лицензионных участках недр Роснефти в акваториях моря Лаптевых, Восточно-Сибирского и Чукотского морей. Это 1-й этап региональных геолого-геофизических работ.

Основная цель этого этапа – подробная и качественная оценка перспектив нефтегазоносных областей, выявление зон нефтегазонакопления и открытие месторождения.

По результатам этого этапа создаются модели строения осадочного бассейна и его крупных частей, выявляются закономерности изменения геолого-геофизических и геохимических параметров осадочного чехла и фундамента.

Нынешние работы выполнялись в режиме интерактивного планирования с учетом мониторинга ледовой обстановки при поддержке геологической службы шельфовых проектов Роснефти, что позволило выполнить весь объем работ в намеченные сроки с наибольшей эффективностью.

Исследования выполнялись с помощью МАСС проекта MPSV07 «Спасатель Карев» в соответствии с требованиями природоохранного законодательства с соблюдением всех норм экологической и промышленной безопасности.

По итогам исследований получены необходимые геофизические данные, характеризующие выходы целевых геологических горизонтов на поверхность морского дна.

На основе собранных данных по геохимии донных отложений и придонных вод будет составлен прогноз областей выхода глубинных углеводородов, а также ранжированы объекты с целью выбора приоритетного направления геологоразведочных работ (ГРП).

Кроме того, будет определен уровень и характер распределения радиоактивных элементов, макро- и микроэлементов в стратифицированных разрезах донных отложений и геохимическая специализация осадка.

Результаты этой комплексной экспедиции АНЦ, ставшей уже 13-й по счету, позволяют повысить эффективность дальнейшей геологоразведки.

**9 ноября 2016 года** МАСС мощностью 4 МВт проекта MPSV07 «Спасатель Заборщик» вернулось в базовый порт Владивосток.

МАСС проекта MPSV07 «Спасатель Заборщик» осуществляло аварийно-спасательное дежурство по предотвращению чрезвычайных ситуаций, связанных с возможным разливом нефти при разведочном бурении на Киринском газоконденсатном месторождении на континентальном шельфе Охотского моря непосредственно у полупогружной плавающей буровой установки «Северное сияние».

**23 ноября 2016 года** МАСС мощностью 4 МВт проекта MPSV07 «Спасатель Заборщик» приняло участие в совместных комплексных учениях Приморского филиала ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота» и

бункеровочных компаний ООО «Морской стандарт» и ООО «Приморская Транспортная Компания». Учения проводились на акватории морского порта Владивосток и были посвящены отработке действий по ликвидации чрезвычайной ситуации, обусловленной разливом нефтепродуктов с аварийного судна.

**С 07.00 27 декабря 2016 года** МАСС мощностью 4 МВт проекта MPSV07 «Спасатель Демидов» принимало участие в поисково-спасательной операции в Черном море в районе крушения самолета Ту-154.

**5 января 2017 года** МВС проекта SDS08 «Углич» приступило к обследованию аварийного танкера «Аракс» для подготовки к его снятию с мели. Погода на месте аварии: ветер восточный, 8 м/с, волнение 1,0-1,5 м. Аварийное судно находится мели в 100 метрах от берега, в районе мыса Песчаный Каракиянского района Мангистаусской области Республики Казахстан.

МВС проекта SDS08 «Углич» было направлено из Астрахани 2 января 2017 года Росморречфлотом для проведения спасательной операции по просьбе МИД Казахстана.

Танкер «Аракс» представлял экологическую угрозу Каспийскому морю. На судне находится более 550 тонн нефтепродуктов, отработанных масел, подсланевых вод и замазученного грунта. В случае повреждения корпуса существовала реальная угроза нанесения существенного ущерба морской среде.

«Аракс» сел на мель 11 ноября 2016 года. Судно сигнала бедствия не подавало. 18 ноября 2016 года аварийное судно осмотрели представители Береговой охраны Республики Казахстан, которые установили, что на следующий день после аварии капитан и члены команды покинули судно. На борту «Аракса» остался механик, который на момент осмотра аварийного судна от помощи отказался. Из объяснений механика установлено, что судно сорвало с якоря и вынесло на мель.

При визуальном осмотре повреждений корпуса не установлено. В районе стоянки судна разлива нефтепродуктов не наблюдается.

**С 14 по 20 января 2017 года** с борта МВС проекта SDS08 «Углич» водолазная служба ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота» выполнила обследование подводной части корпуса плавучей буровой установки (далее – ПБУ) «Исполин» в интересах компании ООО «РН-Каспмор».

Работы выполнялись специалистами Каспийского филиала. Обследование подводной части ПБУ «Исполин» проводилось с целью предъявления Российскому Морскому Регистру Судостроительства на подтверждение класса. Проведены работы по освидетельствованию винторулевого комплекса, кормовой оконечности судна, подводной части корпусов судна; донно-бортовой арматуры и устройств.

На основании полученных фото-видео материалов подготовлена исполнительная документация.

**12 февраля 2017 года** МАСС мощностью 4 МВт проекта MPSV07 «Спасатель Заборщикова» обеспечило своевременную эвакуацию члена экипажа СРТМ «Пильтун» для оказания квалифицированной медицинской помощи.

Оперативные действия экипажа спасательного судна позволили своевременно провести эвакуацию для оказания квалифицированной медицинской помощи человеку, попавшему в беду.

**18 и 19 февраля 2017 года** в осуществлении ледокольных проводок из порта Темрюк до Керченского пролива на выход в Черное море приняло участие МАСС мощностью 4 МВт проекта MPSV07 «Спасатель Демидов», имеющее арктический ледовый класс Arc 5.

В связи с установившимися аномально низкими температурами ледовая обстановка в Азовском море, сложившаяся в настоящее время, аналогична условиям сложной зимней навигации 2011-2012 годов. Азовское море практически полностью покрыто льдом, толщина чистого нового льда составляет 25 см, в торосах – значительно больше.

Для предотвращения возможных чрезвычайных ситуаций с судами в сложных ледовых условиях в адрес Азово-Черноморского филиала ФБУ «Морспасслужба Росморречфлота» поступили обращения об оказании помощи судам в осуществлении ледокольных проводок из порта Темрюк до Керченского пролива на выход в Черное море.

**С 7 февраля 2017 года** МАСС ледового плавания мощностью 4 МВт проекта MPSV07 «Спасатель Карев» обеспечивал поисковые, водолазные и грузоподъемные работы в районе судоходных путей морского порта в районе пос. Сабетта на полуострове Ямал, включая создание судоходного подходного канала в Обской губе. Работы выполняются по контракту с компанией «Фертонг».

В результате поисковых работ 23 февраля 2017 года МАСС проекта MPSV07 «Спасатель Карев» обнаружил на дне и успешно поднял на борт металлоконструкцию.

Основными факторами, определяющими успешное выполнение всего спектра аварийно-спасательных работ являются: достаточные ледопроездимость, ходкость на чистой воде, мореходность.

Наличие сложного сочетания функций приводит к взаимно противоречивым тенденциям в выборе обводов, главных размерений и других свойств МАСС. Например, при выборе пропульсивного комплекса одновременно необходимо выполнить условия по четырем режимам эксплуатации:

- переход с эксплуатационной скоростью (примерно 70 % от полного хода), характерный для нахождения в заданном районе и для обычных переходов судна;

- режим полного хода при выходе на спасение;

- буксировка плавучих объектов;

- эксплуатация во льдах, в том числе обеспечение ледокольных функций.



С учетом того, что для судов с высокими ледовыми свойствами применение винтов регулируемого шага не рекомендуется, понятно, что оптимальное решение этой задачи для всех четырех режимов невозможно. Практический подход состоит в поиске «золотой середины» – компромиссного решения.

Широкий спектр вышеупомянутых требований требует большого внимания и обоснованности в принятии решений, особенно на начальных стадиях. Форма корпуса судов ледового плавания является компромиссом между двумя противоречивыми требованиями – ледопроеходимостью и ходкостью на чистой воде. Соответствующий баланс между ними определяется приоритетом миссии судна. Следует иметь в виду, что обычной платой за ледопроежимость являются плохая ходкость и мореходность.

В качестве прототипов рассматривались: ледокольные суда различного назначения, включая ледоколы мощностью до 10 МВт, предназначенные для ледокольного обслуживания транспортных судов на подходящих участках к портам, расположенным на побережье замерзающих неарктических морей; и многофункциональные суда обеспечения и снабжения для обслуживания буровых установок – арктические транспортные буксиры-снабженцы и суда обеспечения, участвующие в защите буровых установок от воздействия льда, их транспортном обслуживании и эпизодических буксировках. При этом учитывался тот факт, что суда, обслуживающие буровые платформы, при доставке снабженческих грузов совершают значительные переходы по чистой воде. Для современных ледоколов также характерно сочетание высоких ледокольных и удовлетворительных мореходных качеств, так как в летнее время они совершают значительные переходы по чистой воде.

Более широкий спектр работ многофункциональных спасательных судов в сравнении со специализированными ледоколами **принципиально меняет** подход к выбору формы корпуса. Поскольку, кроме выполнения ледокольных операций спасательные суда, прежде всего, должны работать согласно основному назначению, для них не могут быть рекомендованы обводы традиционного ледокольного типа. Наиболее предпочтительным является компромиссный вариант обводов, обеспечивающий требуемый уровень ходовых качеств судна как в ледовых условиях, так и на чистой воде.

### **Заключение**

1. Успешная разработка проектов новых многофункциональных судов-спасателей показало эффективность сочетания теоретических исследований, современных методов численного моделирования и более традиционных испытаний моделей в опытовых бассейнах и в аэродинамической трубе для создания принципиально отличных от ранее используемых концептов судов специального назначения.

2. Правильное определение основной и вспомогательных миссий судна, выбор соответствующих прототипов, использование надежных статистических данных и приближенных зависимостей позволяют определить сочетание оптимальных характеристик формы корпуса и главных размерений на начальных стадиях проектирования.

3. В итоге, Морским Инженерным Бюро были разработаны проекты МАСС с одной стороны, обладающие высокими ледовыми качествами, а с другой стороны, хорошей ходкостью в условиях чистой воды и мореходностью.

Успешный опыт применения построенных судов-спасателей нового поколения является достойной иллюстрацией этого тезиса.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабанин В.П. Судоподъемные операции. – Одесса: Феникс; М.: РосКонсульт, 2006. – 206 с.
2. Буянов А.С. Анализ состояния аварийно-спасательного флота России // Проблемы развития морского флота: Сб. трудов ЦНИИМФ. – 2009. – С. 107-114.
3. Грамузов Е.М., Май В.К. Определение основных характеристик спасательного судна методом совместного решения уравнений теории проектирования // Вестник ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2013. – Вып. 3 (22). – С. 25-33.
4. Гурович А.Н., Родионов А.А. Проектирование спасательных и пожарных судов. – Л.: Судостроение, 1971. – 288 с.
5. Гурович А.Н., Круталевич Н.И. Тенденции развития пожарных судов // Судостроение. – 1980. – № 11. – С. 3-7.
6. Егоров Г.В., Хаустов А.В. «Линейка» многофункциональных судов-спасателей гражданского назначения // Морская Биржа. – 2013. – № 2 (44). – С. 18-29.
7. Егоров Г.В., Хаустов А.В., Автутов Н.В. Серия многофункциональных аварийно-спасательных судов мощностью 4 МВт ледового плавания проекта MPSV07 типа «Спасатель Карев» // Судостроение. – 2014. – № 1. – С. 18-25.
8. Зорбиди В.Н. Аварийно-спасательные и судоподъемные операции. – М.: Транспорт, 1976. – 216 с.
9. Любимов Е.В. Выбор проектных характеристик пожарных судов на ранних стадиях проектирования // Судостроение. – 1986. – № 3. – С. 4-5.
10. Сидорченко В.Ф. Суда-спасатели и их служба. – Л.: Судостроение, 1983. – 240 с.
11. Хаустов А.В. Развитие спасательного флота // Нептун. – 2014. – № 5. – С. 44-53.

12. *Concept Development, Detailed Design and Construction of the Three Forty Three - North America's Most Powerful Fireboat/ R.G. Allan, K.D. Harford, D. Noon, J. Bjerkeset, J. Dalton, W. Siegel // Trans. of SNAME. – Vol. 118. – 2010. – P. 49-75.*
13. *Egorov G.V., Nilva A.E., Davydov I.F. Principles of Creation of New Generation of Russian Multipurpose Rescue Vessels for Ice Conditions // Proc. of the 11th International Symposium on Practical Design of Ships and Other Floating Structures (PRADS 2010). – Rio de Janeiro, Brazil, 2010. – Vol. 1. – P. 569-578.*
14. *Hovland Erlends. On the Impact of the Operational Profile on Ideal Design of Diving Support Offshore Construction Vessel // Marine Technology. – Vol. 45. – № 2. – April 2008. – P. 77-88.*
15. *Pike Dag. Towing and Salvage // Work Boat World. – 1992. – № 11. – P. 39, 41-42.*

Стаття надійшла до редакції 25.09.2017

**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. Коноплев**

УДК 629.5.01:656.6

Г.В. Егоров, В.И. Тонюк, О.А. Ворона, Н.В. Бутенко

**ОБОСНОВАНИЕ ГЛАВНЫХ ПАРАМЕТРОВ  
КОМБИНИРОВАННЫХ СУДОВ СМЕШАННОГО РЕКА-МОРЕ  
ПЛАВАНИЯ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ, НАВАЛОЧНЫХ  
ГРУЗОВ, КОНТЕЙНЕРОВ, НАКАТНОЙ ТЕХНИКИ И НЕГАБАРИТОВ**

*Принципиальной особенностью нового концепта 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.*

*Применение комбинированных судов (в 2015-2016 годах построено 7 судов) обеспечивает загрузку в обе стороны (нефтеналивные грузы – в одну и сухогрузы – в обратную), при этом позволяет снизить нагрузку на автодороги – за счет перевозки легковых автомобилей, которые обычно везут на грузовиках-автомобилевозах, перевозки контейнеров с массами, не допустимыми для транспортировки автопоездами по условиям максимальной нагрузки на трассах.*

**Ключевые слова:** комбинированное судно смешанного река-море плавания, внешняя задача проектирования, класс судна, основные характеристики, пропульсивный комплекс, коэффициент полноты.

*Принциповою особливістю нового концепту є «розширення» вузьких місць внутрішнього водного транспорту за рахунок нових технічних рішень. Інакше кажучи, відбувається збільшення провозоспроможності за рахунок максимального використання фактичних шляхових умов (максимально можливі довжина, ширина судна), а головне – за рахунок екстремально повних обводів, які раніше не застосовувалися у світовій практиці.*

*Застосування комбінованих суден (в 2015-2016 роках побудовано 7 суден) забезпечує завантаження в обидва боки (нафтоналивні вантажі – в один й сухі вантажі – у зворотній), при цьому дозволяє знизити навантаження на автодороги – за рахунок перевезення легкових автомобілів, які звичайно везуть на вантажівках-автомобилевозах, перевезення контейнерів з масами, не припустимими для транспортування автопоездами за умовами максимального навантаження на трасах.*

**Ключові слова:** комбіноване судно змішаного ріка-море плавання, зовнішня задача проектування, клас судна, основні характеристики, пропульсивний комплекс, коефіцієнт повноти.

*The character feature of new concept is an «expansion» of narrow places of inland water transport by using new technical decisions. Saying in other words, transportation ability is increased by maximal usage of actual way characteristics (maximal available vessel's length and breadth), and mainly by usage extremely fat hull contours, that have never used before in world's practice.*

*Usage of combined vessels (7 vessels have been built in 2015-2016) provides both directions cargo transportation (oil cargoes towards one direction and dry cargoes towards back direction); that should allow decrease of highways rate due to transportation of cars which usually carry by trucks, transportation of heavy containers with weights inadmissible for transportation by road-trains under the conditions of maximum load on routes.*

**Keywords:** *river-sea combined vessel, external design task, vessel's class, main characteristics, propulsion complex, block coefficient.*

**Постановка проблемы.** Комбинированные суда проекта RST54 являются логическим продолжением реализации выполненных Морским Инженерным Бюро исследований по созданию судов смешанного река-море плавания нового поколения в рамках Федеральной целевой программы «Развитие гражданской морской техники» 2009-2016 годов (РГМТ), а также развитием проекта RST27, по которому, начиная с 2012 года, было построено 40 судов и еще 7 судов строятся (включая модернизацию проекта RST27М) [1-3, 6].

Не имеющее аналогов судно «площадка/танкер» смешанного река-море плавания проекта RST54 создано для обеспечения максимальной загрузки кругового рейса (например, нефтеналивные грузы – в одну сторону и сухогрузы – обратно). Таким образом, планируется достичь максимальной экономической эффективности от работы судов в условиях сезонности речных перевозок.

**Целью настоящей публикации** является обоснование главных характеристик концепта уникального комбинированного судна (танкера-площадки) проекта RST54 типа «Балт-Флот», а также принятых технических и конструктивных решений.

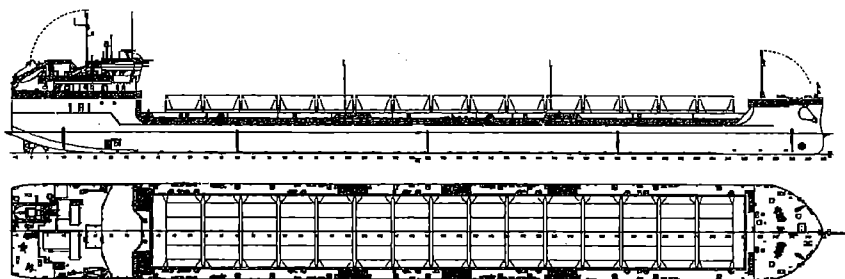
Изложение основного материала. Трудно не заметить, как за четыре года отечественными заводами было построено 7 судов проекта RST54 и 40 судов проекта RST27 (три – на Херсонском судостроительном заводе). Такие темпы и такая массовая серия были характерны для лучших периодов советского судостроения и это, конечно, очень достойное сравнение для сегодняшних верфей.

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).

Однако не только увеличенный коэффициент полноты является особенностью этого нового поколения судов, но и ряд других принципиально важных характеристик, также полученных Морским Инженерным Бюро в той или иной форме в научных исследованиях (НИР) ФЦП по РГМТ и использованных в новых концептах: обоснование главных размеров, выбор формы носовой и кормовой оконечностей, количество и тип движителей, способы формирования конструкции, особенности архитектуры, снижение надводного габарита, нестандартное объединение функций судов, расширение типов предполагаемых к перевозке грузов и т.п.

Главной особенностью комбинированных судов смешанного река-море плавания проекта RST54, по сравнению с иными судами нового поколения, является расширение спектра перевозимых грузов – проектные грузы, химия, сочетание сухих и наливных грузов на одном судне.

Общее расположение судна проекта RST54 представлено на рисунке 1.



*Рис. 1. Общее расположение судна проекта RST54*

Основные характеристики проекта представлены в таблице 1.

*Таблица 1*

*Основные характеристики проекта RST54*

Параметр	Величина
Длина максимальная, м	140,85
Длина по КВЛ, м	140,66
Ширина, м	16,70
Высота борта, м	5,00
Высота габаритная от ОП до несъемных частей (не более), м	16,10
Осадка в море / реке, м	3,527 / 3,60
Дедвейт в реке при осадке 3,60 м, т	5745
Высота ограждения грузовой площадки, м	2,00
Объем грузового пространства по верхнюю кромку ограждения, м <sup>3</sup>	2564

Продолжение табл. 1

Параметр	Величина
Вес щебня на палубе (около), т	4700
Контейнеровместимость (TEU / FEU)	120 / 45
Автомобилевместимость (необходима установка специальных съемных кассет)	270-350 (в зависимости от габарита)
Объем грузовых и отстойных цистерн (98 %), м <sup>3</sup>	5653
Автономность, сут	20
Класс Российского Речного Регистра	✕ М-ПР 2,5 (лед 30) А
Мощность и тип ГД	2 x 1200 кВт, (6L20 «Wartsila»)
Винто-рулевое устройство	2 x 1200 кВт, ВРК (Shottel SRP2012FP)
Подруливающее устройство	230 кВт, (Schottel STT170FP)
Вспомогательные ДГ + Аварийный ДГ	3 x 296 кВт + 62 кВт
Вспомогательные паровые котлы, т/ч	2 x 2,5
Производительность грузовых насосов, м <sup>3</sup> /ч	2 x 300
Количество манифольдов / количество видов груза	4 / 1
Подогрев груза	Змеевики
Насос отстойного танка, м <sup>3</sup> /ч	80
Экипаж / мест, чел.	12 / 14 + лоцман
Скорость (при осадке 3,60 м и 85% МДМ), узлы	11,00

При выборе главных размерений был применен принцип максимального использования фактических путевых условий (максимально возможные длина, ширина судна).

Исследованиями, проведенными Бюро, было доказано, что реальный выбор основных элементов судна смешанного река-море и внутреннего плавания определялся путевыми условиями, а также стратегией будущего судовладельца, его позицией на рынке, приверженностью к тем или иным направлениям перевозок и типам грузов. При этом для танкеров, как правило, оптимальным являлись решения, обеспечивающие в заданных условиях максимальную грузоподъемность. У сухогрузных судов применялся также выбор размерений по принятой партионности (3000 тонн, 5000 тонн) на заданную осадку [5].

Анализ подобных альтернатив позволил выстроить параметрический ряд ССП, объективно востребованных отечественными судовладельцами, и на его основе разработать в Морском Инженерном Бюро проекты новых судов – концептов XXI века.

Самый востребованный класс судов водного транспорта России (70 % значимых грузовых судов, построенных в XXI веке) – суда «Волго-Дон макс» класса, к которым и относятся суда проекта RST54.

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

В кормовой оконечности судна расположены МО и развитая высокая надстройка юта. Двухъярусная кормовая рубка со служебными и жилыми помещениями для размещения экипажа численностью 12 чел. (14 мест+лоцман) спроектирована с учетом обеспечения ограниченного надводного габарита судна (13,8 м при осадке 3,00 м).

Теоретический корпус судна разработан Морским Инженерным Бюро и имеет цилиндрическую вставку протяженностью 0,78 L и рекордный коэффициент общей полноты 0,932 (как у судов проекта RST27, см. рисунки 2-4).

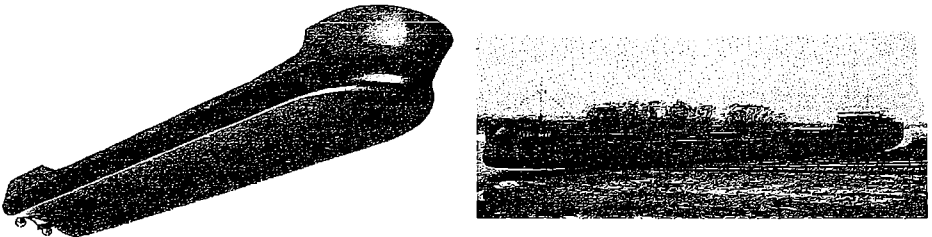


Рис. 2. Общий вид «сверхполного» судна проекта RST54 во время спуска на заводе «Окская судостроительная»

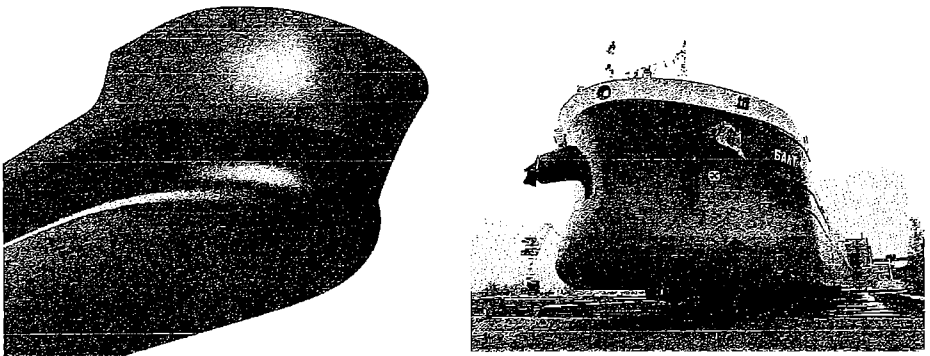
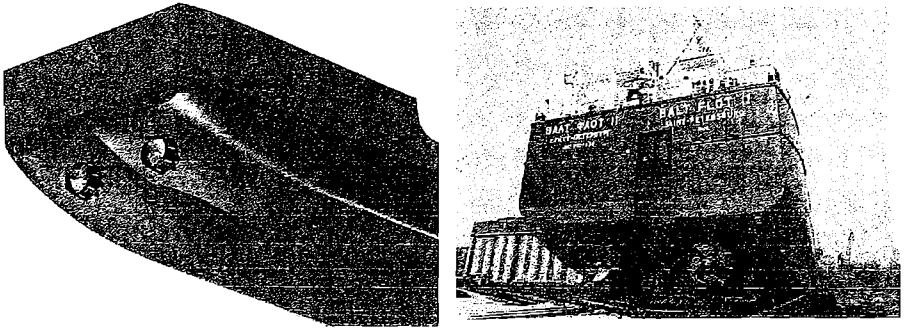


Рис. 3. Носовая оконечность «сверхполного» судна





*Рис. 4. Кормовая оконечность «сверхполного» судна*

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, внутрь которой помещена 3D модель корпуса судна. Уравнения движения жидкости замкнуты при помощи статистической модели турбулентности для случая несжимаемой жидкости. Расчеты (см. рисунок 5) выполнялись в масштабе натуры с намерением избежать влияния масштабных эффектов и процедур пересчета с модели на натуру [4].



*Рис. 5. Свободная поверхность. Вид на нос 10 узлов*

Следует обратить внимание, что на интересующих нас скоростях около 10 узлов, основную роль играет трение и сопротивление формы. Волновое сопротивление при этом незначительно, но уже после 10 узлов роль этой составляющей резко возрастает. Результаты проверочных буксировочных испытаний в двух независимых друг от друга бассейнах показали, что величины коэффициента остаточного сопротивления при осадке судна в грузу и в балласте практически совпадают до значения числа Фруда  $\sim 0,13$  [4].

Но конечно главным результатом является необходимая для движения судна с заданной реальной скоростью удельная эффективная мощность (на  $1 \text{ м}^3$  объемного водоизмещения) – т.е. те энергозатраты, которые приходится на 1 единицу груза.

На рисунке 6 дано такое сравнение удельной эффективной мощности от скорости для «сверхполного» судна, имеющего рекордный коэффициент общей полноты  $C_b = 0,932$  (проект RST54) с судном-прототипом с  $C_b = 0,88$  (проект RST25).

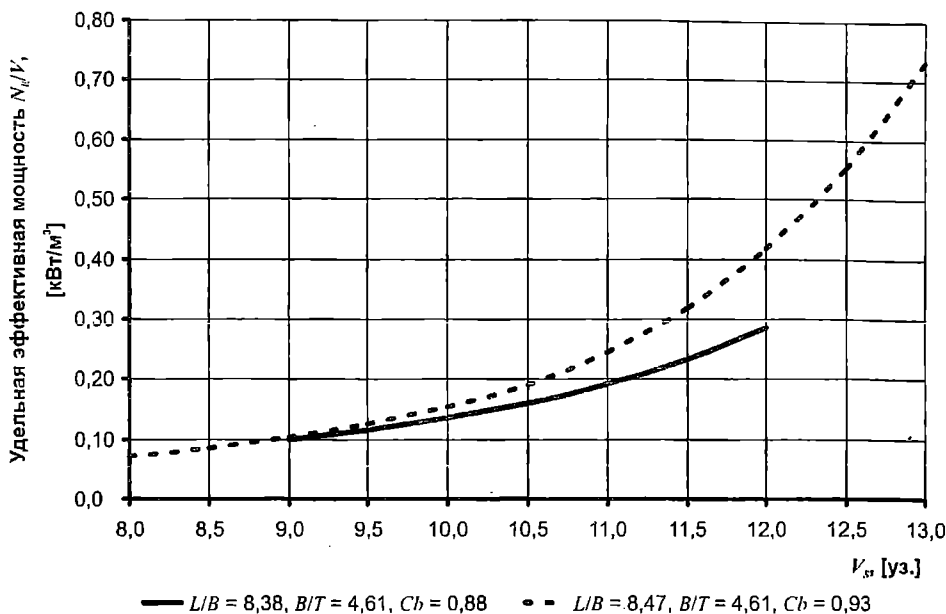


Рис. 6. Зависимость удельной эффективной мощности от скорости для судов с различной полнотой обводов

Итак, в грузу величина буксировочной мощности «сверхполного» судна отличается всего лишь на ~4% от таких данных судна с коэффициентом полноты около 0,90. В балласте буксировочная мощность  $P_E$  танкера с большой полнотой обводов выше, чем у танкера с нормальной полнотой и при проектной скорости  $V_s = 10,5$  узлов разница составляет ~80 кВт (около 13 %).

Таким образом, теоретически было доказано, что для типичных для судна смешанного река-море плавания скоростях 10 узлов влияние коэффициента полноты (для диапазона 0,88-0,93) незначительно.

Вывод был принципиально важен и означал, что можно увеличивать коэффициент общей полноты для судов смешанного река-море плавания до 0,932. Это и позволило дать «старт» для проектов RST54 и RST27 – судов «Волго-Дон макс класса» со «сверхполными» обводами, с бульбообразной носовой оконечностью и с двумя винтами фиксированного шага в насадках (полноповоротные ВРК в полутоннелях).

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 комплексу з гребними винтами фіксованого кроку в напрямлюючих насадках (ВРК) [7].

Для наглядного зображення порівняльної паливної ефективності всіх варіантів пропульсивного комплексу основні результати розрахунків – пропульсивна потужність  $N_E$  (т.е. витрачена на рух) і сума грошових витрат на паливо  $C$  за добу ходового часу приведені в таблиці 2.

Таблиця 2

*Показатели паливної ефективності при  $V_s = 11$  уз.*

Но- мер п/п	Характеристика	Варіант А (2 ВФШ)	Варіант Б (2 ВФШ в НН)	Варіант В (1 ВРШ)	Варіант Г (1 ВРШ в НН)
1	Ефективна потужність $N_E$ , кВт	2x792 = 15 84	2x739 = 1478	1793	1735
2	Відносна ефективна потужність $\overline{N_E}$ , %	107,2	100,0	121,3	117,4
3	Витрати на паливо в течение суток ходового часу $C$ , USD/сут.	3154	2964	3224	3119
4	Відносні витрати на паливо в течение суток ходового часу $\overline{C}$ , %	106,4	100,0	108,8	105,2

Як видно з таблиці 2, найбільш вигідним з точки зору паливної ефективності є **варіант Б** – судно з двохвальним ПК з ВФШ в напрямлюючих насадках. **Варіант Б** потребує для досягнення швидкостей 11 уз. найменших витрат потужності ГД. Цей вииграш не компенсується за рахунок застосування ВГ в одновальних **варіантах В** і **Г**, хоча в процентному відношенні їх відставання в ефективності за рахунок ВГ декілька зменшується.

Також слід зазначити, що **варіанти** з винтами в напрямлюючих насадках **Б** і **Г** показали значуще переважання над, відповідно, **варіантами А** і **В** з відкритими винтами. Це пояснюється особливостями роботи важко навантажених гребних винтів на судах розглянутого типу. Сукупне застосування ВРШ в напрямлюючій насадці і ВГ дозволяє **варіанту Г** по паливної ефективності зайняти 2-е місце.

В целом, учитывая уровень точности расчетов на настоящем этапе, можно считать, что варианты Г и А по топливной эффективности равноценны.

Качественный анализ результатов выполненной проработки свидетельствует о том, что наибольшее влияние на топливную эффективность проектируемого судна оказывает тип движителя, а в рамках одного типа – площадь живого сечения  $A_o = \pi D_p^2 / 4$ , от которой зависит степень нагрузки. Так, величина  $A_o$  при переходе от двухвального варианта Б к одновальному варианту Г уменьшается от 9,81 м<sup>2</sup> до 6,60 м<sup>2</sup> (на 32,7 %), при этом пропульсивная мощность при 11 узлов возрастает с 1478 кВт до 1735 кВт (на 17,4 %).

По этой причине для повышения топливной эффективности рекомендуется применять винты в насадках, а также выполнить проектные работы, направленные на увеличение диаметра гребного винта, независимо от того, какой вариант пропульсивного комплекса будет выбран. Однако для судна данного типа основная сложность установки винтов повышенного диаметра связана с необходимостью исключить подсос воздуха при ходе в балласте.

На проекте RST54 движение и управляемость судна обеспечивает двумя кормовыми полноповоротными ВРК с винтами фиксированного шага диаметром 1900 мм в насадках. Привод к ВРК от главных дизелей осуществляется через механическую Z-передачу.

На судне устанавливаются 10 главных водонепроницаемых поперечных переборок, разделяющих корпус на 11 непроницаемых отсеков.

Перевозка нефтеналивных грузов с ограничением по температуре вспышки паров выше 60 °С осуществляется в десяти грузовых танках вместимостью 5446 м<sup>3</sup> и двух отстойных танков вместимостью 207 м<sup>3</sup>. Все танки отделены от наружной обшивки при помощи двойного дна и двойных бортов. Размеры двойных конструкций отвечают требованиям международной конвенции МАРПОЛ 73/78.

Для перевозки сухих грузов, не боящихся подмочки (металл, щебень, контейнеры и т.п.) используется грузовое пространство на главной палубе, имеющее ограждение высотой 2,0 м – бункер с характеристиками, указанными в таблице 3.

*Таблица 3*

*Характеристики грузового бункера.*

Наименование	Расположение, шп.	Размеры, lxb, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Нагрузка на палубу, т/м <sup>2</sup>
Бункер	38-225	102,85 x 12,46	1281	5,5

В качестве основного груза предусмотрена перевозка 4700 т щебня.

Перевозка контейнеров осуществляется в два яруса. Предусматривается размещение тяжелых 120 TEU массой по 36 тонн, которые нельзя перевозить автопоездами. Электростанция судна позволяет также перевозить 45 рефрижераторных контейнеров.

Предусмотрена также возможность установки на судне специальных съемных кассет, образующих дополнительно две автомобильные палубы. Погрузка/выгрузка автомобилей осуществляется своим ходом при помощи береговых аппарелей. Количество перевозимых автомобилей зависит от их габаритных размеров (от 350 до 270 единиц).

Мидель-шпангоут комбинированного судна проекта RST54 представлен на рисунке 7.

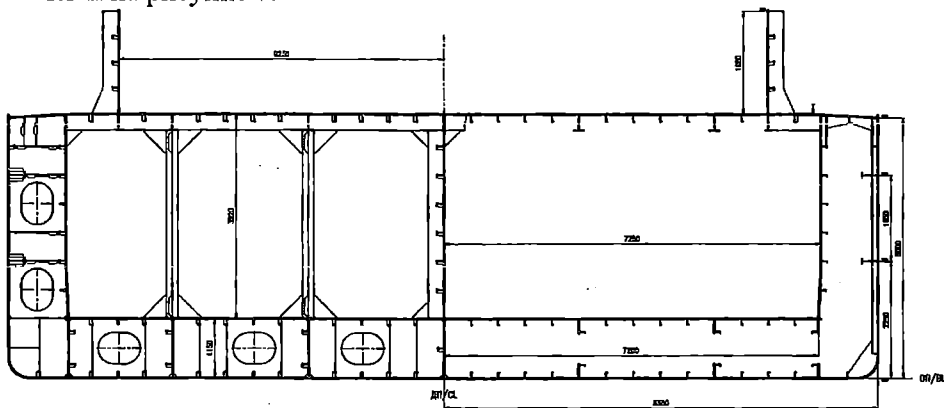


Рис. 7. Мидель-шпангоут комбинированного судна проекта RST54

Сосредоточенная нагрузка на работу грейфером равна  $5,5 \text{ т/м}^2$ .

При перевозке контейнеров сосредоточенная нагрузка равна:

- 24 т – для 1 яруса 20 – футовых контейнеров (TEU);
- 30,5 т – для 1 яруса 40 – футовых контейнеров (FEU).

Для обеспечения восприятия заданной нагрузки в грузовой зоне в плоскости днищевых стрингеров и карлингсов на судне установлены пиллерсы и раскосные фермы (см. рисунок 8).

Главная палуба, вторые борта, продольная переборка в ДП, днище и второе дно выполняются по продольной системе набора, в оконечностях и машинном отделении – по поперечной системе набора.

Настил главной палубы внутри грузовой площадки рассчитан на интенсивность распределенной нагрузки

Схема деформированного состояния конструкции при загрузке грузовой площадки представлена на рисунке 9, при загрузке наливным грузом – на рисунке 10.

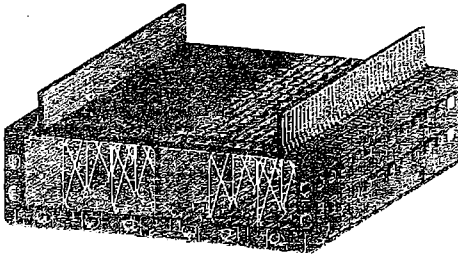


Рис. 8. Расчетная модель судна проекта RST54

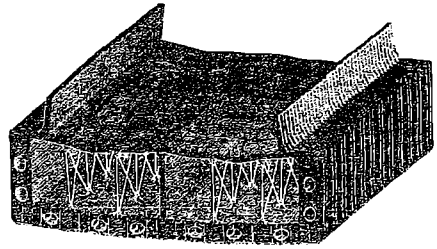


Рис. 9. Деформированное состояние конструкции при перевозке сухого груза в бункере на палубе

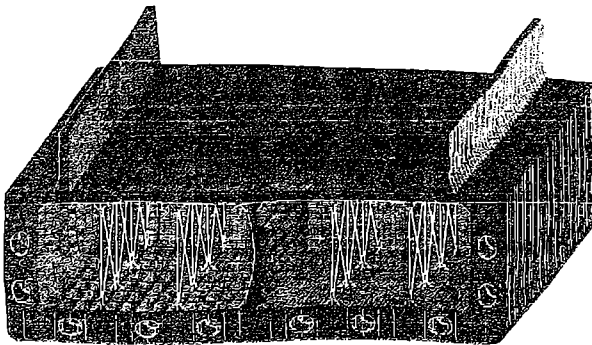


Рис. 10. Деформированное состояние конструкции при перевозке наливного груза

Проверка общей продольной прочности показала, что:

- нормальные напряжения в связях палубы в средней части составляют 163,3 МПа или 90,7 % от допускаемых напряжений;
- наибольшие нормальные напряжения в связях палубы в сечении по шп. 33 составляют 177,8 МПа или 98,5 % от допускаемых напряжений;
- наибольшие нормальные напряжения в связях днища составляют 178,1 МПа или 98,7% от допускаемых напряжений;
- касательные напряжения на уровне нейтральной оси эквивалентного бруса составили 57,3 МПа или 55,7 % от допускаемых напряжений;
- прочность нового корпуса судна пр. RST54 по предельному моменту в условиях класса «М-ПР 2.5» удовлетворяет требованиям Правил РРР с 12,6 % запасом;
- требования Правил в условиях класса «М-ПР 2.5» в конце срока службы корпуса, выполнены с 0,9 % запасом.

Прочность продольного и поперечного набора корпуса в районе грузовой зоны при загрузках как сухим грузом, так и наливом обеспечивается с заметным запасом.

Остойчивость судна во всех эксплуатационных случаях загрузки удовлетворяет требованиям правил классификационного общества.

Например, остойчивость при перевозке на палубе 4700 т щебня (УПО 0,75 м<sup>3</sup>/т) обеспечивается за счет приема 635 тонн водяного балласта. Такая загрузка представлена в таблице 4 и на рисунке 11. Результаты расчета остойчивости – на рисунке 12.

Таблица 4

Судно с грузом щебня со 100 % запасов

Составляющая нагрузки	$P, \text{ т}$	$X, \text{ м}$	$Z, \text{ м}$	$P X, \text{ тм}$	$P Z, \text{ тм}$	$\Delta_{mh}, \text{ тм}$
Запасы	415,2	-49,81	3,39	-20681	1407	231
Груз						
Палубный груз шп. 179-225	1262,0	44,17	6,57	55743	8294	
Палубный груз шп. 132-179	1286,0	18,60	6,57	23920	8446	
Палубный груз шп. 85-132	1286,0	-7,25	6,57	-9324	8446	
Палубный груз шп. 38-85	860,0	-33,10	6,07	-28466	5222	
Бункер	0,0	5,60	5,00	0,00	0,00	
Балласт						
Балластный танк 2 ПрБ, ЛБ	199,2	59,95	2,57	11942	512	
Балластный танк 3 ПрБ, ЛБ	115,0	48,54	2,52	5582	290	4
Балластный танк 6.1 ПрБ, ЛБ	321,3	-10,83	0,57	-3480	183	
Обледенение	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	
Судно порожнем	2136,0	-11,33	4,39	-24201	9377	
Водоизмещение	7881	1,40	5,35	11035	42177	240

Судно с генеральным грузом УПО 0.75 м<sup>3</sup>/т и 100% запасов

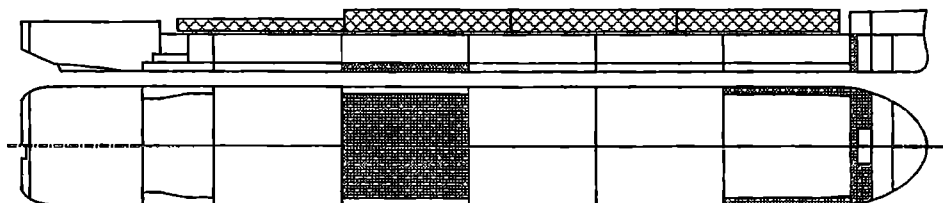


Рис. 11. Схема загрузки щебнем 4700 т

Статьи нагрузки				Характеристики посадки				
Наливной груз	т		0,0	Средняя осадка	м	$d$	3,60	
Палубный груз	т		4694,0	Осадка на НП	м	$d_H$	3,60	
Снабжение, экипаж, пр.	т		3,0	Осадка на КП	м	$d_K$	3,60	
Топливо, масло, вода	т		412,2	Абсцисса ЦВ от L/2	м	$x_c$	1,48	
Жидкий балласт	т		635,5	Абсцисса ЦТ от L/2	м	$x_z$	1,40	
Дедвейт, т			5744,7	Абсцисса ЦТ ВЛ от L/2	м	$x_l$	-1,57	
Обледенение	т		0,0	Момент дифференцирующ. на 1 см	тм/см	МТС	293,1	
Судно порожнем	т		2136,0	Дифферент	м	т	0,00	
Водоизмещение, т			7880,7	Макс. изгибающий момент	кНм	М	40563	
Максимальное плечо	$l_{max}$	м	0,780					
Угол максимума	$\Theta_m$	гр.	24,6					
Угол заката	$\Theta_c$	гр.	50,8					
Исправленная метац. высота	$h$	м	3,05					
Критерий погоды	K		>20					
Аппликата ЦТ от ОП		м	$Z_r$					5,35
Аппликата попер. метацентра		м	$Z_m$					8,43
Поправка на своб. поверхности		м	$\Theta m_k$					0,03
Угол крена при стат. действ. ветра	$\Theta_\beta$	гр.	0,3					9,5
Кренящий мом. от статич. действия ветра	$M_\beta$	тм	99,8					4085,8
Угол крена на циркуляции	$\Theta_l$	гр.	...	...				
Кренящий момент на цирк.	$M_l$	тм	...	...				
				Амплитуда бортовой качки	гр.	$\Theta$	9,08	
				Период бортовой качки	сек.	$T_k$	8,21	

*Рис. 12. Результаты расчета остойчивости при перевозке щебня*

В качестве главных двигателей используются два среднеоборотных дизеля мощностью по 1200 кВт, работающие на тяжелом топливе вязкостью IFO380. Подруливающее устройство – 230 кВт. Скорость при осадке 3,60 м и 85 % МДМ составляет 11,0 узлов.

Электростанция состоит из трех дизель-генераторов электрической мощностью по 296 кВт и аварийного дизель-генератора электрической мощностью 62 кВт.

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



Грузовая система обеспечивает закрытый прием груза береговыми средствами и выдачу груза судовыми погружными насосами. Манифольды, обеспечивающие прием и выдачу груза на оба борта, расположены в средней и кормовой частях грузовой зоны. Трубы грузовой системы проложены вдоль наружной стенки сухогрузного бункера. Максимальная интенсивность погрузки каждого грузового танка и отстойных танков составляет 600 м<sup>3</sup>/ч. Суммарная интенсивность погрузки танкера составляет 1200 м<sup>3</sup>/ч.

Система подогрева обслуживается двумя паровыми котлами производительностью 2,5 т/ч и обеспечивает поддержание температуры перевозимого груза во время рейса 60 °С (при температуре наружного воздуха -10 °С), а также подогрев груза от 50 °С до 60 °С за 36 часов.

Созданный как научный результат исследований по Федеральной целевой программы «Развитие гражданской морской техники» 2009-2016 годов концепт RST54 на базе RST27 «сверхполного» судна смешанного река-море плавания оказал заметное влияние как на отечественное судостроение, так и на отечественный водный транспорт в целом.

По сути, этот концепт явился базисом для новой тенденции развития российской воднотранспортной отрасли по «расширению» узких мест 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.

Комбинированные танкера-площадки проекта RST54:

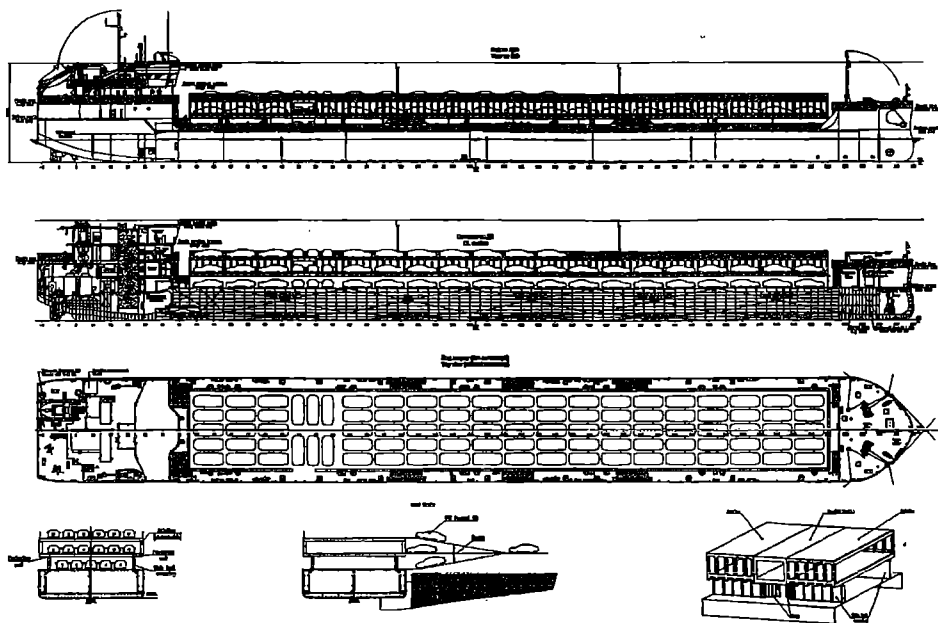
- обеспечивают загрузку в обе стороны (нефтеналив – в одну и сухогрузы – в обратную);

- позволяют снизить нагрузку на автодороги за счет перевозки 200-280 легковых автомобилей, которые обычно из района Санкт-Петербурга в центральную Россию везут на грузовиках – автомобилевозах (см. рисунки 13 и 14);

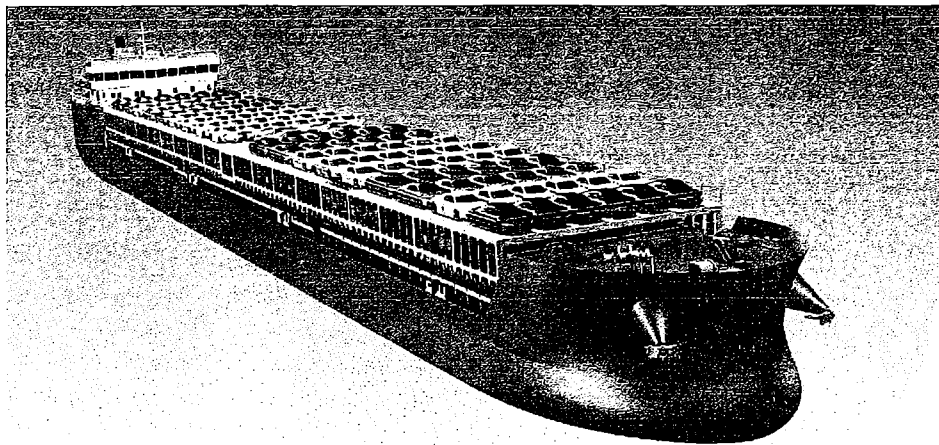
- обеспечивают перевозку 120 контейнеров с массами до 36 тонн, которые недопустимы для транспортировки автопоездами по условиям максимальной нагрузки на трассах, в том числе до 45 рефрижераторных контейнеров.

Суда нового концепта были построены на Окской судовой верфи (см. таблицу 5).

Результаты эксплуатации судов серии проекта RST54, построенных на навашиномском заводе «Окская судовой верфь», полностью подтвердили принятые при разработке концепции новые решения.



*Рис. 13. План размещения и способы погрузки легковых автомобилей на судно проекта RST54*



*Рис. 14. Пример перевозки автомобилей на комбинированном судне проекта RST54*

*Хронология строительства  
серии комбинированных судов проекта RST54*

Название	Верфь, строительный номер	Дата закладки	Дата спуска	Дата сдачи
Балт Флот 1	Окская судовой верфь, 5401	16.12.13	10.07.14	22.10.14
Балт Флот 2	Окская судовой верфь, 5402	24.01.14	26.08.14	27.04.15
Балт Флот 3	Окская судовой верфь, 5403	05.03.14	24.10.14	27.04.15
Волга-Флот 10	Окская судовой верфь, 5404	10.04.14	16.04.15	27.11.15
Балт Флот 4	Окская судовой верфь, 5405	28.05.14	19.11.15	26.04.16
Балт Флот 5	Окская судовой верфь, 5406	28.08.14	17.03.16	01.06.16
Балт Флот 6	Окская судовой верфь, 5407	28.11.14	21.04.16	11.07.16

Принципиальной особенностью нового концепта «Волго-Дон макс» класса 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.

Применение комбинированных судов (в 2015-2016 годах построено 7 судов) обеспечивает загрузку в обе стороны (нефтеналивные грузы – в одну и сухогрузы – в обратную), при этом позволяет снизить нагрузку на автодороги – за счет перевозки легковых автомобилей, которые обычно из района Санкт-Петербурга в центральную Россию везут на грузовиках-автомобилевозах, перевозки контейнеров с массами, не допустимыми для транспортировки автопоездами по условиям максимальной нагрузки на трассах.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Багаутдинов Р.Д., Егоров Г.В. Концепция танкеров смешанного плавания нового поколения // *Морская Биржа*. – 2012. – № 2 (40). – С. 22-35.
2. 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.
3. Егоров Г.В. «Линейка» танкеров смешанного река-море плавания Морского Инженерного Бюро // *Морская Биржа*. – 2014. – № 3 (48). – С. 28-35.

4. Егоров Г.В., Тонюк В.И., Станков Б.Н., Печенюк А.А. Оптимизация обводов судна смешанного плавания класса «Волго-Дон макс» // *Морской вестник*. – 2012. – № 1 (41). – С. 71-77.
5. Егоров Г.В. Проектирование судов ограниченных районов плавания на основании теории риска. – СПб.: Судостроение, 2007. – 384 с.
6. Егоров Г.В. Суда внутреннего, смешанного река-море и каботажного плавания для перевозки негабаритных и тяжеловесных грузов // *Морская Биржа*. – 2015. – № 3(53). – С. 22-31.
7. Егоров Г.В., Ильницький И.А., Станков Б.Н., Печенюк А.А. Проработка вариантов пропульсивного комплекса судна смешанного плавания класса «Волго-Дон макс» // *Морской вестник*. – 2011. – № 2 (38). – С. 101-106.

*Стаття надійшла до редакції 05.10.2017*

**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. Коноплев**

УДК 629.5.01:656.6

Г.В. Егоров, А.Г. Егоров

**ФАКТИЧЕСКОЕ СПИСАНИЕ СУДОВ  
СМЕШАННОГО РЕКА-МОРЕ ПЛАВАНИЯ  
И ПРОГНОЗ СОСТАВА ФЛОТА ДО 2025 ГОДА**

*В статье описан мировой опыт утилизации судов. Приведена информация по выбытию судов смешанного плавания основных «классических» проектов, включая аварийные случаи. Выполнен по проектам анализ динамики и технического состояния флота судов смешанного плавания. Дан прогноз по списанию этих судов, а также предложены к строительству оптимальные для существующей конъюнктуры типы судов.*

**Ключевые слова:** утилизация, выбытие, списание, судно смешанного плавания, возраст, авария, прогноз, новые концепты.

*У статті описано світовий досвід утилізації суден. Наведена інформація щодо вибуття суден змішаного плавання основних «класичних» проектів, включаючи аварійні випадки. Виконаний по проектах аналіз динаміки й технічного стану флоту суден змішаного плавання. Приведений прогноз щодо списання цих суден, а також запропоновані до будівництва оптимальні для існуючої кон'юнктури типи суден.*

**Ключові слова:** утилізація, вибуття, списання, судно змішаного плавання, вік, аварія, прогноз, нові концепти.

*In paper world experience of vessels utilization is described. Information about decommissioning of river-sea vessels of main «classic» projects including emergency cases is provided. The analysis of dynamics and technical condition of fleet of river-sea vessels is made according to projects. The disposition forecast of these vessels is given, and also types of vessel optimum for the existing market conditions are offered for building.*

**Keywords:** utilization, decommissioning, disposition, river-sea vessel, age, casualty, forecast, new concepts.

**Постановка проблемы.** Еще в начале XXI века казалось, что суда смешанного река-море плавания и ограниченных морских районов плавания советских типов «бессмертны». Действительно, благодаря своим выгодным уникальным главным характеристикам – «партионная» грузоподъемность в 5000 / 3000 / 2000 тонн при малых осадках и при относительно малой стоимости, эти суда были вне конкуренции по сравнению с другими типами судов мирового флота.

Именно защищенность рыночной «ниши» позволила им достаточно длительное время быть экономически интересными для отечественных владельцев, в том числе и для относительно небольших частных компаний.

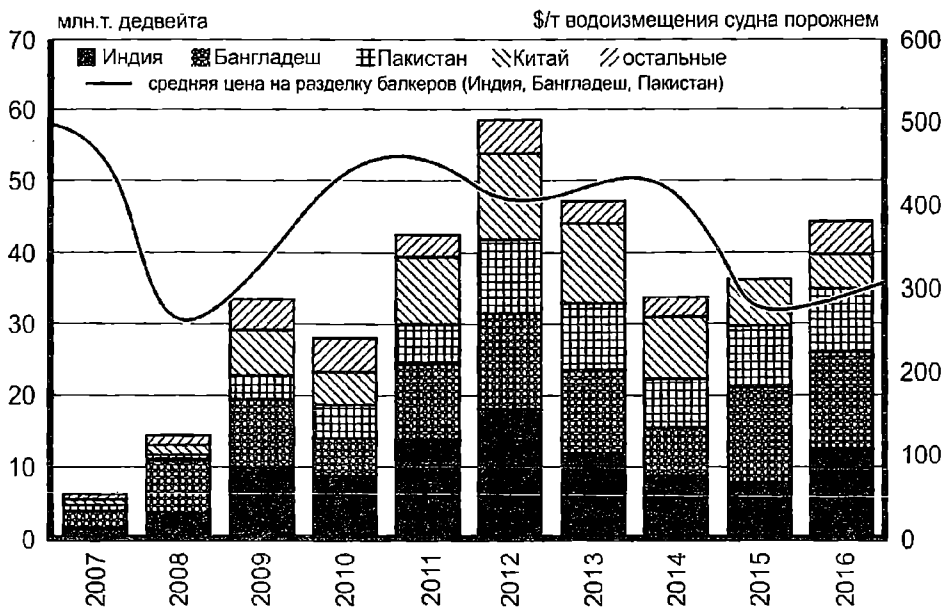
Но начавшийся в 2008 году мировой экономический кризис и его последующие волны оказали значительное влияние на этот флот. Резко усилилась межвидовая конкуренция в отечественном транспорте и в силу многих причин поддержка государства, по сути, оказалась на стороне железнодорожного транспорта, так как он не имеет сезонности, он не зависит от погоды, он может обеспечить доставку грузов, опираясь на куда более развитую сеть дорог и, причем, ближе к клиенту. Однако в результате совокупные издержки на транспортировку многих грузов, например, нефтепродуктов, фактически выросли, но это будет понятно рынку через некоторое время, а за это время существующий флот судов смешанного река-море плавания существенно поменяет свое лицо – суда, построенные 30-40 лет назад, будут списаны, а новых реально строится немного.

**Целью настоящей публикации** является обоснование необходимости строительства новых судов смешанного река-море плавания на основе исследования статистических закономерностей списания судов смешанного река-море плавания и прогноза состава флота на перспективу до 2025, с выявлением типов судов, наиболее востребованных на рынке транспортных услуг.

**Изложение основного материала.** Понятно, что утилизация – сдача судов на металлолом, является абсолютно объективным процессом. Благодаря этому поддерживается достаточный уровень безопасности морского и речного транспорта, благодаря этому происходит совершенствование применяемых транспортных средств.

Как видно из [1; 3; 4; 5; 6; 7; 8], основными рынками утилизации судов в мире являются Индия, Бангладеш, Пакистан, Китай и Турция. Первые три страны специализируются на морских судах (70-80 % рынка), Китай и Турция – на других судах, включая суда река-море плавания (центр разделки в Алиаге в Турции является наиболее популярным местом для разделки отечественных судов, на втором месте – Череповец в России). Кроме того, интересным представляется тот факт, что с 2015 года абсолютным лидером по разделанному тоннажу является Бангладеш, который опередил Индию.

На рисунке 1 представлены объемы (в миллион-тоннах дедевейта) и цены продажи судов на металлом за период с 2007 по 2016 год (по показателю \$/т водоизмещения судна порожнем).



*Рис. 1. Объемы и цены продажи судов на металлолом за период с 2007 по 2016 год  
Источник: Clarksons Research*

В 2016 году официально было утилизировано 933 судна суммарным дедвейтом 44,4 млн. тонн (суда с дедвейтом, в среднем, 47600 тонн).

65 % и 18 % от всех утилизированных судов составили балкеры и контейнеровозы соответственно. Несмотря на низкие цены разделки в Китае, в Индии, Бангладеш и Пакистане ставка составляла 290 \$/т водоизмещения судна порожнем на конец 2016 года (по сравнению с «провальным» 2015 годом). Рынок утилизации Китая характеризуется своей направленностью на работу с флотом под китайским флагом (87 % от всех утилизированных судов в 2013 году, в 2016 году этот показатель незначительно упал). В 2016 году китайские заводы утилизировали 111 судов суммарным дедвейтом 4,9 млн. тонн (суда с дедвейтом, в среднем, 44000 т), турецкие – 84 судна суммарным дедвейтом 0,9 млн. тонн (суда с дедвейтом, в среднем, 10700 т).

Следует заметить, что заводы по утилизации в Индии, Бангладеш и Пакистане позиционируются как «грязное» производство, при этом, такие же заводы в Китае и Турции более технологичны и экологически безопаснее.

Исследования авторов настоящей статьи однозначно показали, что утилизация «старых» серий судов смешанного река-море плавания не только идет, но и идет с нарастающими темпами.

Пик ее пришелся на 2008-2015 годы и этот процесс продолжается сейчас (см. рисунок 2 и таблицу 1).

Таблиця 1

Сводная информация по выбытию судов смешанного плавания основных «классических» проектов

Проект	Всего построено, ед.	Всего списано ед.	Всего списано, ед.							В отстое, ед.	В эксплуатации, ед.	Средний возраст судов в отстое	Средний возраст гбелы судов	Средний возраст утилизирующих судов	Флаг России	Флаг прочих стран	Флаг при списании России	Флаг при списании прочих стран	
			Потеряно в авариях, ед.			Опрокидыва													
			Всего	Посадка на мель, ед.	Пожар /взрыв, ед.	Перелом корпуса, ед.	Затопление, ед.	Утилизировано, ед.	Опрокидыва, ед.										Затопление, ед.
<b>Сухогрузные</b>																			
<b>«Волго-Дон максъ»</b>																			
507А, Б	119	46	4	0	0	3	0	1	42	22	51	41,96	46,32	33,50	37,88	63	10	44	2
1565	108	18	5	1	0	0	0	4	13	9	81	39,49	44,56	28,40	34,69	66	24	10	8
05074	63	12	2	0	0	1	0	1	10	4	47	27,23	27,00	15,50	18,80	20	31	11	1
19610, 19611	47	0	0	0	0	0	0	0	0	6	41	24,00	23,33	--	--	24	23	0	0
Итого по разделу	337	76	11	1	0	4	0	6	65	41	220	34,6	40,7	27,9	34,3	173	88	65	11
<b>«Трехтысячники»</b>																			
92-040	44	3	2	2	0	0	0	0	1	7	34	29,38	28,86	25,00	27,00	10	31	3	0
791	40	36	7	0	2	1	1	3	29	1	3	50,67	53,00	32,57	34,10	2	2	19	17
2-95	152	54	9	1	0	0	0	8	45	7	91	40,49	45,71	32,89	39,76	36	62	8	46
1557	121	48	8	2	1	2	0	3	40	10	63	39,00	43,50	34,25	38,43	22	51	7	41
488	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	32,62	--	--	--	20	14	0	0
1743, 1743.1	138	14	7	2	0	1	0	4	7	13	111	33,75	29,46	26,57	30,57	87	37	4	10
292, 0225	33	2	0	0	0	0	0	0	2	0	31	35,87	--	--	23,00	26	5	0	2
Итого по разделу	562	157	33	7	3	4	1	18	124	38	367	36,1	36,7	31,3	37,1	203	202	41	116
<b>«Первые» серии</b>																			
21-88, 21-89	118	56	12	0	0	3	0	9	44	9	53	52,36	51,89	36,00	36,77	52	10	38	18
576	252	175	5	0	0	1	0	4	170	24	53	55,89	55,79	43,80	38,14	68	9	169	6
Фин1000	20	4	0	0	0	0	0	0	4	2	14	54,07	52,00	--	40,00	15	1	1	3
Итого по разделу	390	235	17	0	0	4	0	13	218	35	120	54,1	54,6	38,3	37,9	135	20	208	27

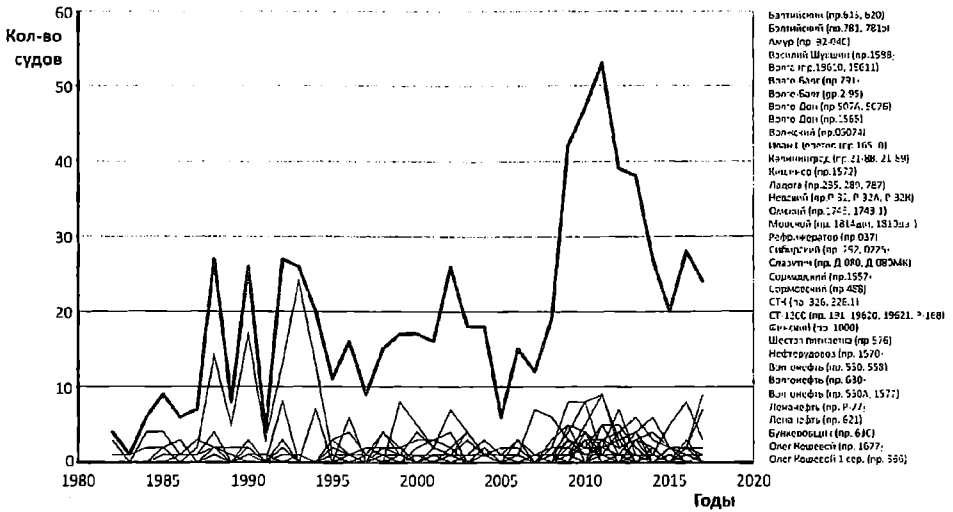


Продолжение табл. 1

Проект	Всего построено, ед	Всего списано ед.	Всего списано, ед.										В отстое, ед.	В эксплуатации, ед.	Средний возраст судов в отстое	Средний возраст гибели судов	Средний возраст утилизиции судов	Флаг России	Флаг прочих стран	Флаг при списании России	Флаг при списании прочих стран
			Потеряно в авариях, ед.						Утилизировано, ед												
			Всего потеряно, ед.	Посадка на мель, ед.	Лождар /взрыв, ед.	Перелом корпуса, ед.	Опрокидывание, ед.	Затопление, ед.	Утилизировано, ед												
									Утилизировано, ед	Утилизировано, ед	Утилизировано, ед										
<b>Морские ограниченного района плавания</b>																					
1588	24	19	3	1	0	0	0	0	0	2	16	1	4	31,25	38,00	22,67	29,69	5	0	3	16
16510	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	19,00	--	--	--	3	0	0	0
1572	35	23	1	0	0	0	0	1	22	6	6	6	6	40,67	41,50	37,00	36,82	1	11	4	19
Итого по разделу	62	42	4	1	0	0	0	3	38	7	13	13	13	32,8	41,0	26,3	33,8	9	11	7	35
<b>«Двухтысячники»</b>																					
613, 620	16	4	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	8	38,38	36,75	--	33,25	6	6	4	0
781, 781Э	76	69	7	0	2	0	0	5	62	0	7	7	7	51,86	--	31,14	36,98	5	2	30	39
285, 289, 787	27	16	0	0	0	0	0	0	16	3	8	8	8	34,25	31,67	--	32,63	2	9	0	16
1810лет, 1814лет	22	19	1	1	0	0	0	0	18	1	2	2	2	48,00	51,00	38,00	40,06	2	1	5	14
Итого по разделу	141	108	8	1	2	0	0	5	100	8	25	25	25	41,6	36,6	32,0	36,7	15	18	39	69
<b>СТ и СТК</b>																					
037	9	7	2	1	0	0	0	1	5	0	2	2	2	34,50	--	28,50	28,00	1	1	3	4
326, 326.1	67	23	2	0	1	1	0	0	21	6	38	38	38	32,34	32,33	20,00	29,76	30	14	12	11
191, Р-168, 19620, 19621	87	24	7	4	0	0	0	3	17	14	49	49	49	29,29	30,00	21,29	22,53	41	22	7	17
Итого по разделу	163	54	11	5	1	1	0	4	43	20	89	89	89	30,7	30,7	22,4	26,7	72	37	22	32
<b>Площадки и бункерные без крышек</b>																					
Д-080, Д-080МК	22	11	1	0	0	1	0	0	10	2	9	9	9	28,67	28,00	23,00	21,80	5	6	0	11
Р-32, Р-32А, Р-32К	40	4	2	0	0	0	0	2	2	0	36	36	36	34,50	--	14,50	21,50	33	3	1	3
Итого по разделу	62	15	3	0	0	0	0	2	12	2	45	45	45	33,3	28	17,3	21,8	38	9	1	14
Итого по типу	1717	687	87	15	6	14	1	51	600	151	879	879	879	37,6	41,2	30,5	35,8	645	385	383	304

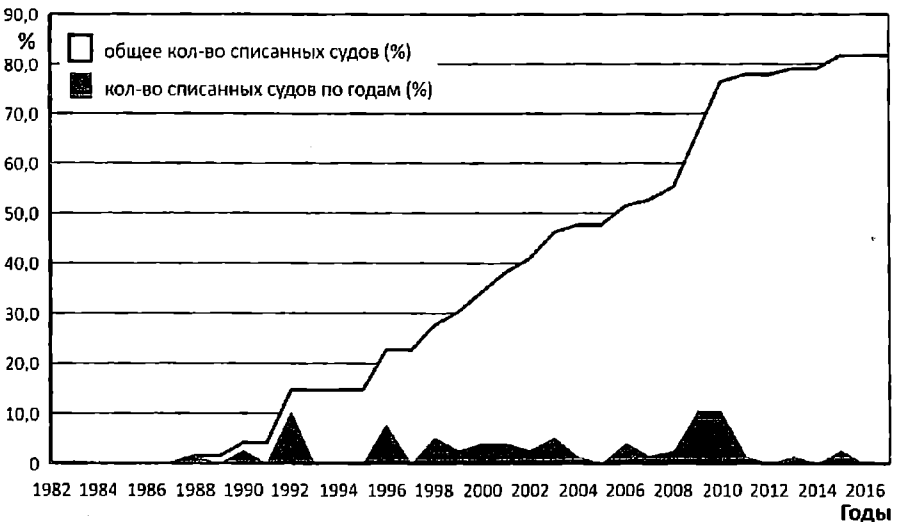
Продолжение табл. 1

Проект	Всего построено, ед.	Всего списано ед.	Всего списано, ед.										Утилизировано, ед.	В отстое, ед.	В эксплуатации, ед.	Средний возраст судов в отстое	Средний возраст гиблых судов	Средний возраст утилизирующих судов	Флаг России	Флаг прочих стран	Флаг при списании России	Флаг при списании прочих стран
			Потеряно в авариях, ед.					Утилизировано, ед.														
			Всего потеряно, ед.	Посадка на мель, ед.	Ложар /варья, ед.	Перелом корпуса, ед.	Опрокидывание, ед.	Заполнение, ед.	Утилизировано, ед.	Утилизировано, ед.	Утилизировано, ед.	Утилизировано, ед.										
<b>Нефтегазовые</b>																						
<b>Типа «Волгофлот»</b>																						
550, 558	66	43	2	0	0	2	0	0	0	0	0	41	2	21	48,29	49,50	8,00	34,00	23	0	43	0
550А, 1577	131	11	2	0	0	2	0	0	0	0	0	9	15	105	41,85	42,20	26,50	37,78	119	1	11	0
630	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	26,89	--	--	--	9	0	0	0
Итого по разделу	206	54	4	0	0	4	0	0	0	0	0	50	17	135	41,9	43,1	17,3	34,7	151	1	54	0
<b>Типа «Ленанефть»</b>																						
Р-77	53	7	3	1	2	0	0	0	0	0	0	4	5	41	38,59	40,20	27,00	37,00	46	0	7	0
621	30	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	28	28,93	29,00	18,00	--	27	2	1	0
Итого по разделу	83	8	4	1	3	0	0	0	0	0	0	4	6	69	34,7	38,3	24,8	37,0	73	2	8	0
<b>Нефтепереработочные</b>																						
1570	59	15	1	0	0	0	0	0	0	1	14	19	25	35,68	38,47	45,00	36,71	41	3	14	1	
Итого по разделу	59	15	1	0	0	0	0	0	0	1	14	19	25	35,7	38,5	45,0	36,7	41	3	14	1	
<b>Прочие</b>																						
610	60	5	1	0	0	0	0	0	0	1	4	6	49	30,59	32,00	20,00	21,00	33	22	2	3	
1677	29	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	22	31,27	33,50	--	29,67	5	21	2	1	
566	41	40	1	0	0	0	0	0	0	1	39	1	0	--	51,00	31,00	28,13	0	1	7	33	
Итого по разделу	130	48	2	0	0	0	0	0	0	2	46	11	71	30,8	34,3	25,5	27,6	38	44	11	37	
Итого по типу	478	125	11	1	3	4	0	3	114	53	300	37,1	39,1	24,0	32,2	30,3	32,2	303	50	87	38	
Суммарно	2195	812	98	16	9	18	1	54	714	204	1179	37,5	40,6	29,7	35,2	35,2	35,2	948	435	470	342	



*Рис. 2. Количество утилизованных судов по всем проектам с распределением по годам*

К июню 2017 года из 76 знаменитых «Балтийских» проекта 781 (по сути, первая серия советских судов, специально спроектированных для река-море перевозок, строились в 1962-1968 годах) списаны 91 % – 69 (10 % – 7 судов потеряны в катастрофах, утилизовано в XXI веке 49 % – 38 судов, до 2000 года – 24 судна). В эксплуатации 7 судов средним возрастом 51,9 года, из них 5 с флагом России. Средний возраст утилизации – 37 лет. При этом пик утилизации наблюдался (см. рисунки 3 и 4) в 2009-2010 годах, когда было списано сразу 16 судов проекта 781 (21 % серии).



*Рис. 3. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проектов 781, 781а типа «Балтийский»*

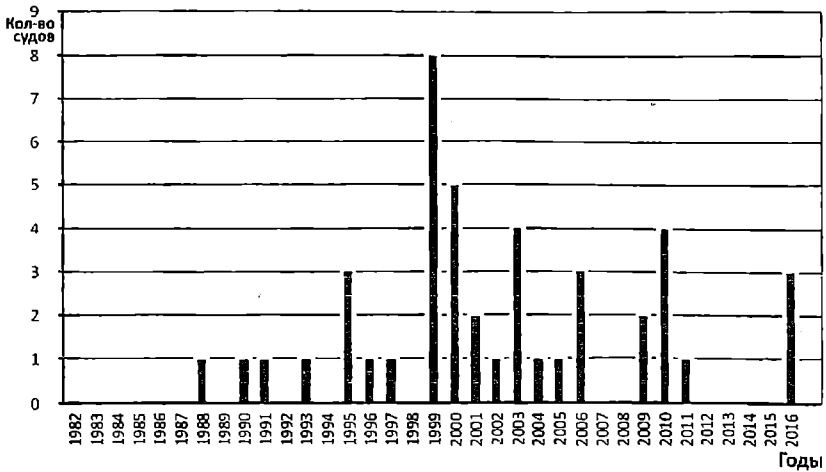


Рис. 4. Количество утилизированных судов проектов 781, 781з типа «Балтийский» с распределением по годам

Интересно отметить, что 39 судов (57 % из всех списанных) были утилизированы, имея не российский флаг (это, как правило, турецкие судовладельцы). Основной график списания судов (см. рисунок 3), как правило, сохранял линейный характер, что является признаком равномерной утилизации объектов – обычно это отвечает списанию по техническому состоянию и только в 2009-2010 годах был скачок по экономическим причинам.

Из 40 не менее знаменитых «Волго-Балтов» советской постройки проекта 791 (строились в 1962-1969 годах) списаны 90 % – 36 (19 % – 7 судов потеряны в катастрофах, утилизировано в XXI веке 33% – 13 судов, до 2000 года – 16 судов). В эксплуатации 3 судна средним возрастом 51 год. Средний возраст утилизации – 34 года, при этом следует иметь в виду, что значительная часть судов была списана в советское время (см. рисунки 5 и 6).

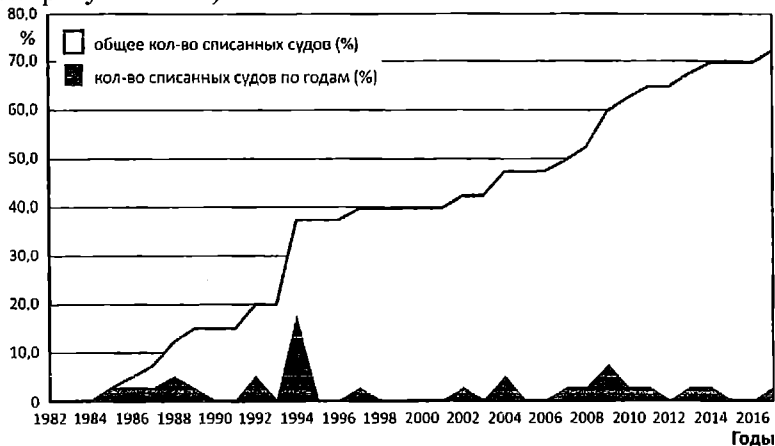
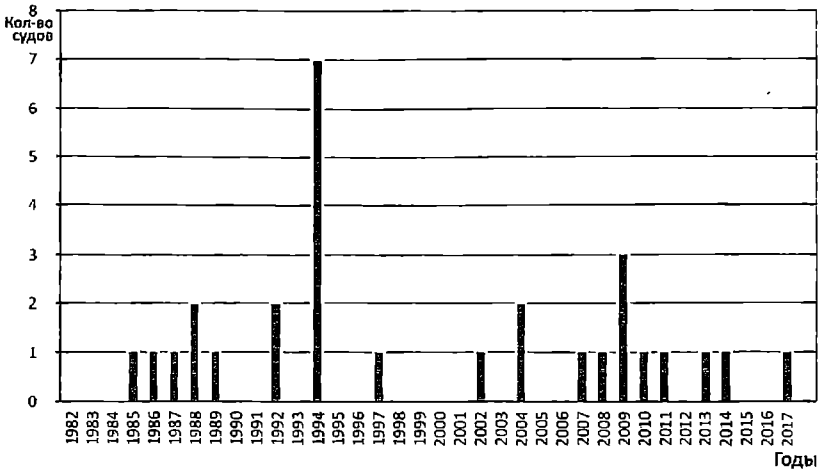


Рис. 5. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проекта 791 типа «Волго-Балт»

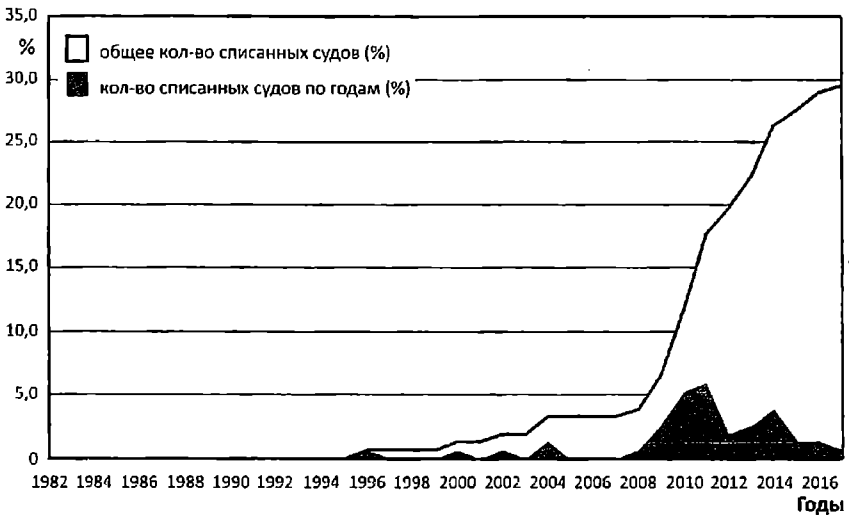


*Рис. 6. Количество утилизируемых судов проекта 791 типа «Волго-Балт» с распределением по годам*

Основной график списания судов (см. рисунок 5), как правило, сохранял линейный характер, что является признаком равномерной утилизации объектов – обычно это отвечает списанию по техническому состоянию.

Из 152 «Волго-Балтов» проектов 2-95 и 2-95A/R постройки ЧССР (строились в 1967-1984 годах) списаны 35,5 % – 54 (17 % – 9 судов потеряны в катастрофах, утилизировано – 45 судов). В эксплуатации 91 судно средним возрастом 40,5 лет, в отстое 7 судов средним возрастом 45,7 года.

Средний возраст утилизации – 40 лет (см. рисунки 7 и 8).



*Рис. 7. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проекта 2-95 типа «Волго-Балт»*

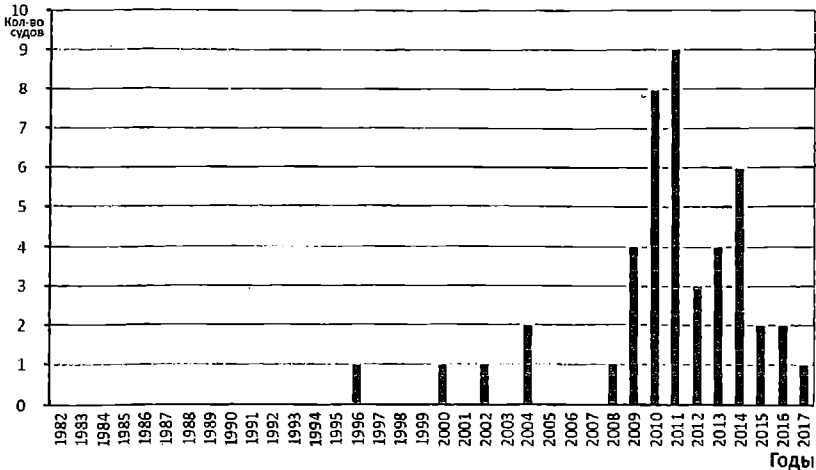


Рис. 8. Количество утилизированных судов проекта 2-95 типа «Волго-Балт» с распределением по годам

Основной график списания судов (см. рисунок 7) имеет после 2008 года ярко выраженный экспоненциальный характер – это отражение морального старения по экономическим причинам (в 2011 году было утилизировано 9 судов, в 2010 году – 8 судов). Интересно отметить, что 46 судов (85 % из всех списанных) были утилизированы, имея не российский флаг (это, как правило, турецкие судовладельцы).

Если же выделить первую серию из 73 «Волго-Балтов» проекта 2-95 (строились в 1967-1974 годах), то из них списано 60 % – 44 судна (16 % – 7 судов потеряны в катастрофах, утилизировано в XXI веке 51 % – 37 судов, до 2000 года – 1 судно). В эксплуатации 27 судов средним возрастом 46,4 года, причём только 9 с флагом России.

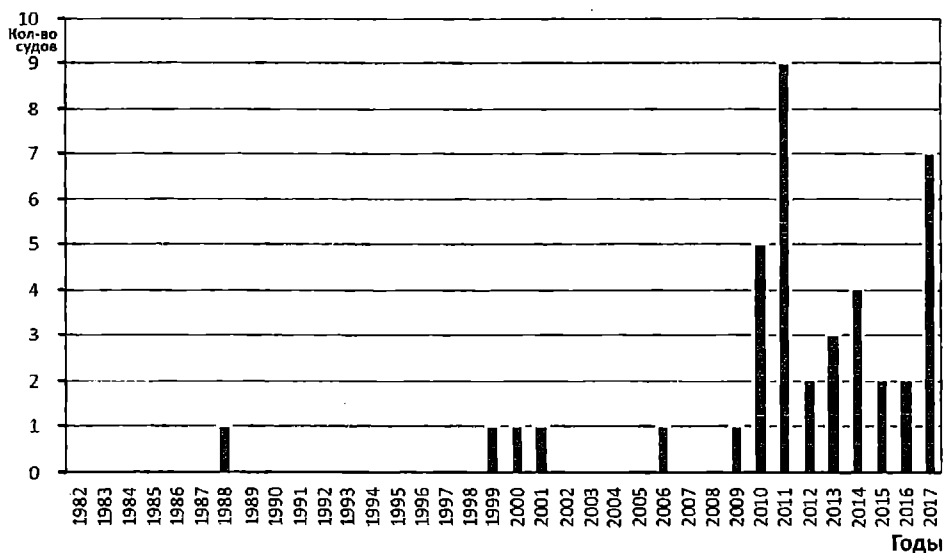
Из 121 «Сормовских» проекта 1557 (строились в 1967-1986 годах) списаны 39,7 % – 48 (17 % – 8 судов потеряны в катастрофах, утилизировано – 40 судов). В эксплуатации 63 судна средним возрастом 39 лет. Средний возраст утилизации – 38,4 года. Основной график списания судов (см. рисунки 9 и 10) имеет после 2008 года ярко выраженный экспоненциальный характер (в 2011 году было утилизировано 9 судов), утилизация продолжается, например, в 2017 году утилизировано 7 судов.

В отстое находится 10 судов средним возрастом 43,5 года – они вероятнее всего также будут сданы на металлолом. 41 судно (85% из всех списанных) были утилизированы, имея не российский флаг (это, как правило, турецкие судовладельцы).

Из 118 судов «чешек» проекта 21-88 (по сути, одна из первых серий советских судов, которые использовались для река-море перевозок, строились в 1962-1968 годах) списаны 47,5 % – 56 (21 % – 12 судов потеряны в катастрофах, утилизировано – 44 судна). В эксплуатации 53 судна средним возрастом 52,4 года, из них практически все (52 судна) с флагом России.



*Рис. 9. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проекта 1557 типа «Сормовский»*



*Рис. 10. Количество утилизированных судов проекта 1557 типа «Сормовский» с распределением по годам*

Средний возраст утилизации – 36,8 года. Основной график списания судов (см. рисунки 11 и 12), как правило, сохраняет «выпуклую» форму, что является признаком равномерной утилизации объектов – обычно это отвечает списанию по техническому состоянию.



Рис. 11. Кількість списаних судів в % соотношении от всех судов, проектов 21-88, 21-89 типа «Калининград»

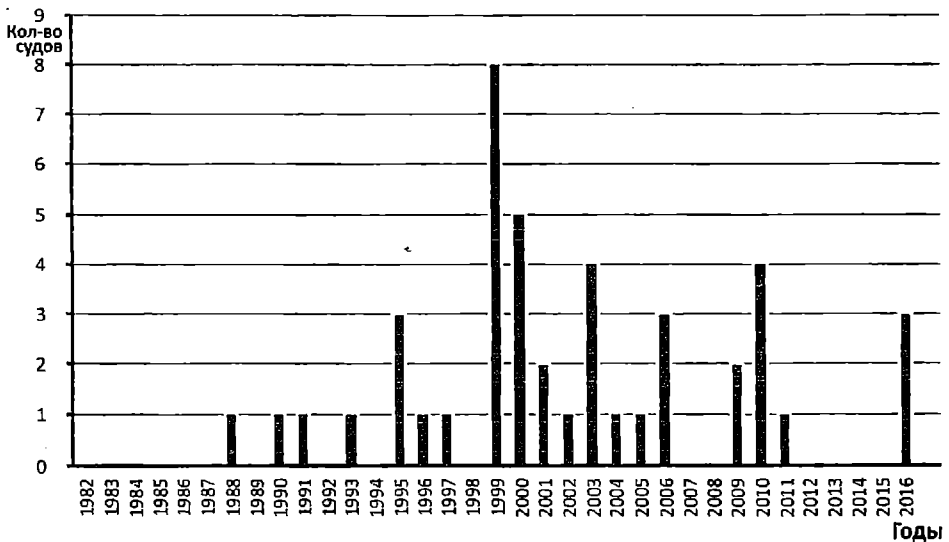


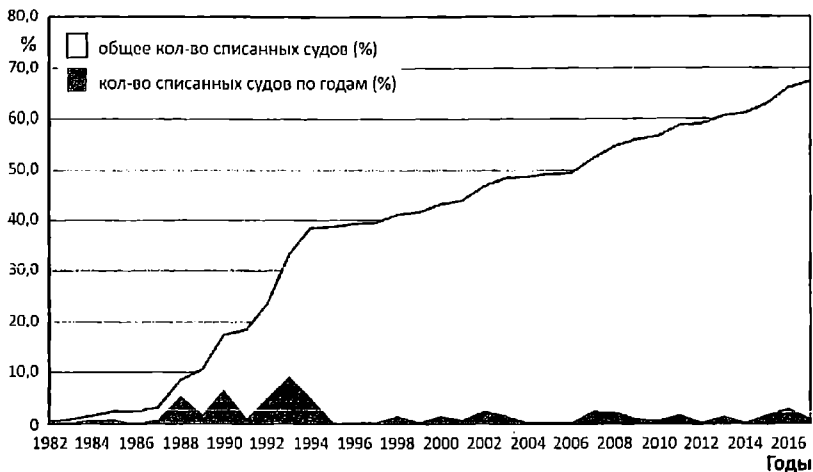
Рис. 12. Кількість утилізованих судів проектів 21-88, 21-89 типа «Калининград» с распределением по годам

Суда сейчас работают, как правило, на реке, что собственно видно из графика списания, характерного для судов внутреннего плавания. В отстое 9 судов со средним возрастом 51,9 года.

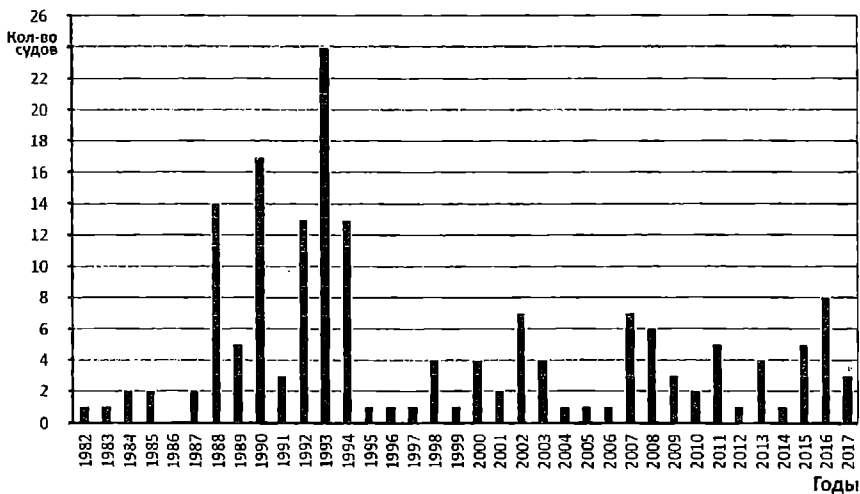
Из 252 судов проекта 576 типа «Шестая пятилетка» (по сути, тоже одна из первых серий советских судов, которые использовались для река-



море перевозок, строились в 1956-1967 годах) списаны 69,4 % – 175 (3 % – 5 судов потеряны в катастрофах, утилизировано – 170 судов). В эксплуатации 53 судна средним возрастом 55,9 года, из них все с флагом России. Средний возраст утилизации – 38,1 года. Основной график списания судов (см. рисунок 13 и 14), как правило, имеет линейный характер, что является признаком равномерной утилизации объектов.



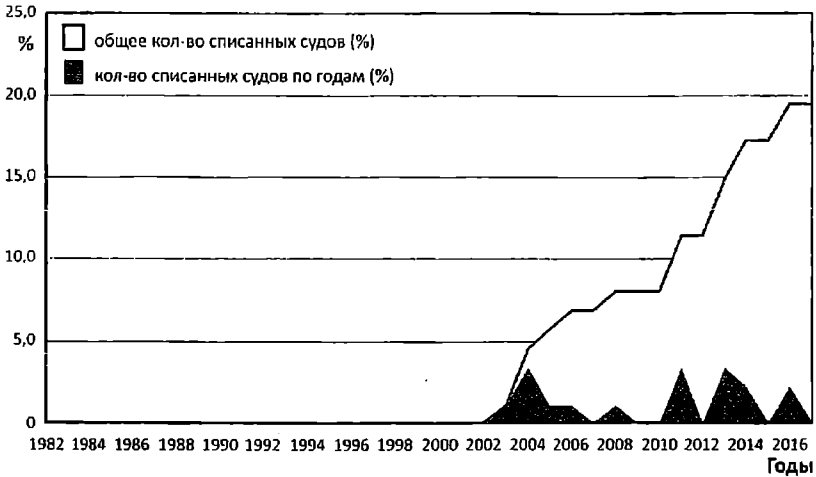
*Рис. 13. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проекта 576 типа «Шестая пятилетка»*



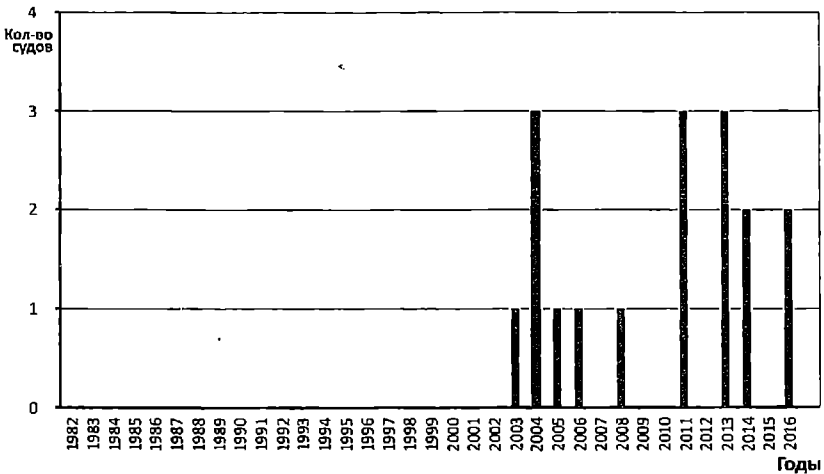
*Рис. 14. Количество утилизированных судов проекта 576 типа «Шестая пятилетка» с распределением по годам*

Суда сейчас работают, как правило, на реке, что собственно видно из графика списания, характерного для судов внутреннего плавания. В отстое 24 судна со средним возрастом 55,8 лет.

Из 87 относительно новых судов «овощевозов» проектов 19620, P-168, 191 типа «СТ» (строились в 1983-1994 годах) списаны 27,5 % – 24 (29 % – 7 судов потеряны в катастрофах, утилизировано – 17 судов, причем все имели флаг, отличный от России). В эксплуатации 49 судов средним возрастом 29,3 года. Средний возраст утилизации – 22,5 года (!!!!!). Основной график списания судов (см. рисунок 15 и 16) имеет после 2003 года ярко выраженный экспоненциальный характер, утилизация продолжается, например, в 2016 году утилизировано 2 судна.



*Рис. 15. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проектов 191, 19620, 19621, P-168 типа «СТ»*

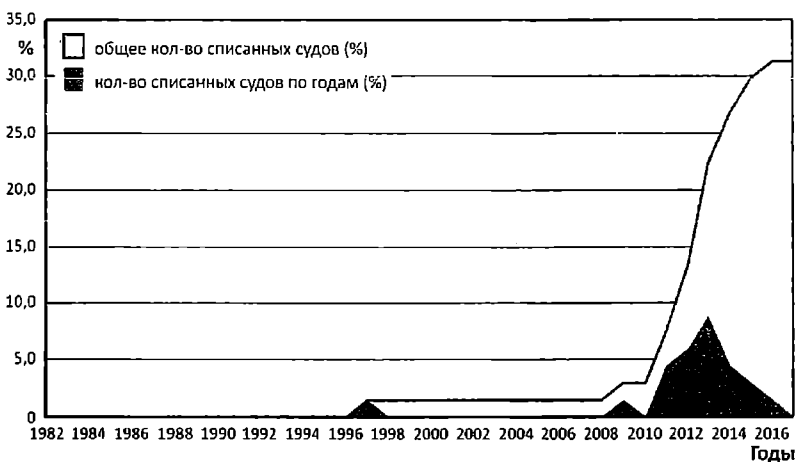


*Рис. 16. Количество утилизированных судов проектов 191, 19620, 19621, P-168 типа «СТ» с распределением по годам*

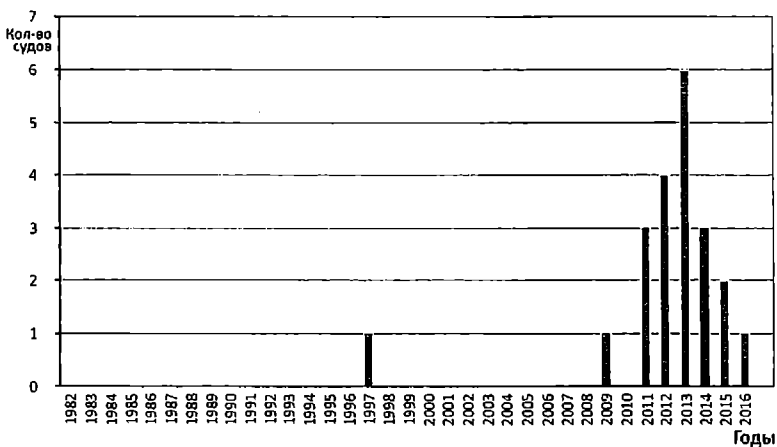
В отстое находится 14 судов средним возрастом 30 лет – они скорее всего также будут сданы на металлолом, причем именно по не востребо-ванности на рынке. Относительно большое количество потерянных

судов отражает не столько их технические особенности, сколько попытки их новых владельцев использовать такие объекты для нестандартных перевозок (например, Индийский океан и т.п.).

Похожая ситуация с 67 тоже относительно новыми судами постройки ГДР проектов 326 и 326.1 типа «СТК» (строились в 1978-1989 годах). Из них списаны 34,3 % – 23 (8,6 % – 2 судов потеряны в катастрофах, утилизировано – 21 судно, из них 11 или 52 % имели флаг, отличный от России). В эксплуатации 38 судов средним возрастом 32,3 года. Средний возраст утилизации – 29,8 лет. Основной график списания судов (см. рисунок 17 и 18) имеет после 2009 года ярко выраженный экспоненциальный характер, пик пришелся на 2013 год, когда было списано сразу 6 судов, утилизация продолжается.



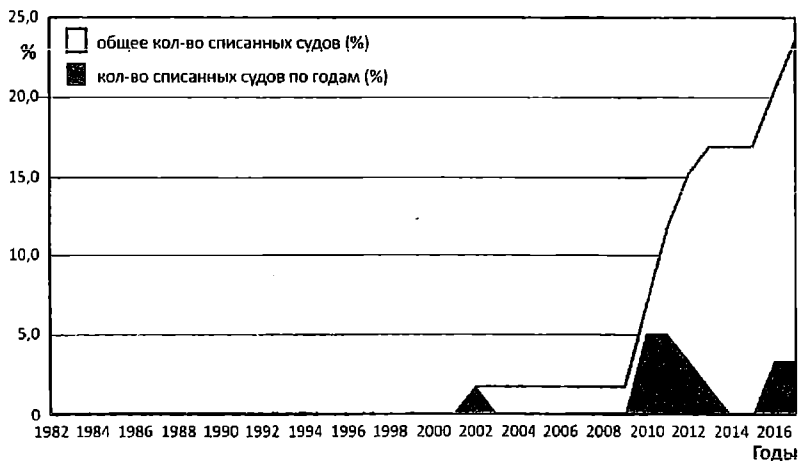
*Рис. 17. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проектов 326, 326.1 типа «СТК»*



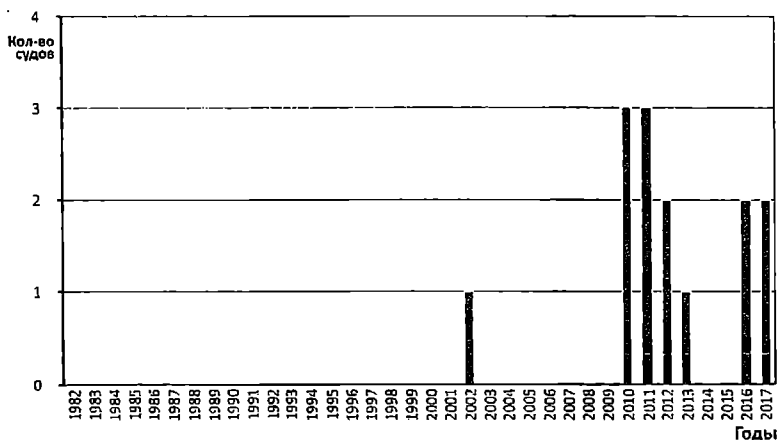
*Рис. 18. Количество утилизированных судов проектов 326, 326.1 типа «СТК» с распределением по годам*

В отстое находится 6 судов средним возрастом 32,3 года – они скорее всего также будут сданы на металлолом, причем именно по не востребованности на рынке.

Экологические требования оказали значительное влияние на известную серию комбинированных судов – нефтерудовозов проектов 1570 и 1553 (строились в 1968-1992 годах). Из 59 единиц на начало 2017 года списаны 25,4 % – 15 (6 % – 1 потерян в катастрофе, утилизировано – 14). В эксплуатации 25 судов средним возрастом 35,6 года. Средний возраст утилизации – 36,7 лет. Основной график списания судов (см. рисунок 19 и 20) имеет после 2010 года ярко выраженный экспоненциальный характер, пик пришелся на 2010 и 2011 годы, когда было списано сразу 6 судов, утилизация продолжается, уже в 2017 году было утилизировано 2 судна.



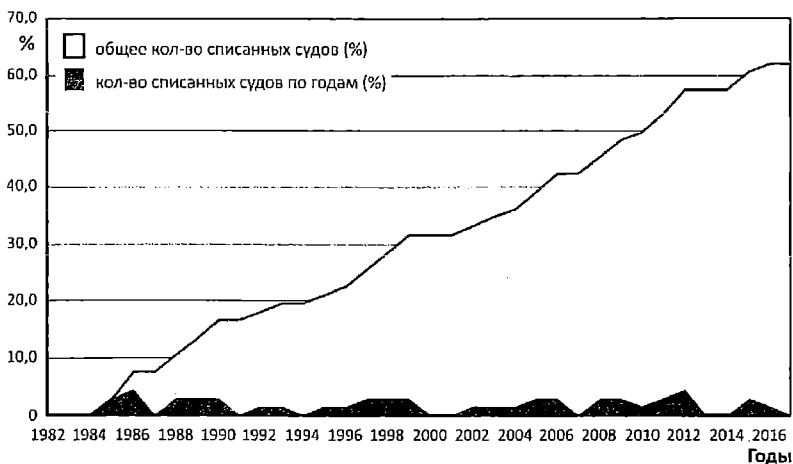
*Рис. 19. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проекта 1570 типа «Нефтерудовоз»*



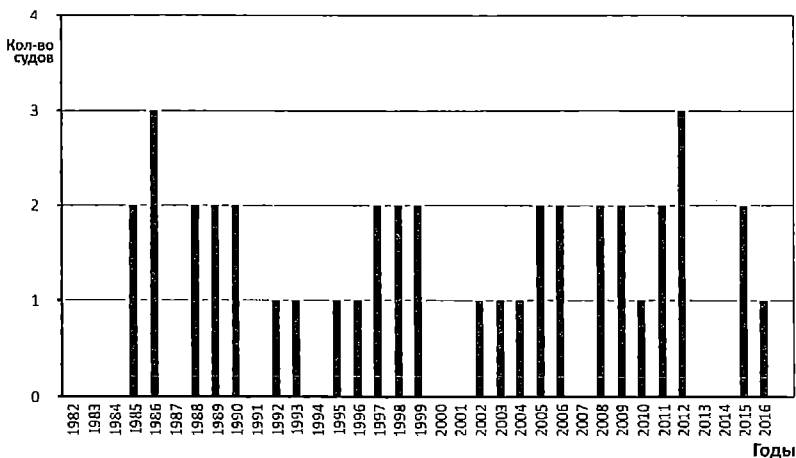
*Рис. 20. Количество утилизированных судов проекта 1570 типа «Нефтерудовоз» с распределением по годам*

В отстое находится 19 (!!!) судов средним возрастом 38,5 года – они скорее всего также будут сданы на металлолом, причем именно по не востребованности на рынке.

Из 66 танкеров первой серии «Волгонепфть» проектов 550, 558 (по сути, первая серия танкеров, которые использовались для река-море перевозок, строились в 1963-1972 годах) списаны 65,2 % – 43 (4,7 % – 2 судов потеряны в катастрофах, утилизировано – 41 судно). В эксплуатации 21 судно средним возрастом 48,3 года, из них все с флагом России. Средний возраст утилизации – 34 года. Основной график списания судов (см. рисунок 21 и 22) имеет линейный характер, что является признаком равномерной утилизации объектов.



*Рис. 21. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проектов 550, 558 типа «Волгонепфть»*



*Рис. 22. Количество утилизированных судов проектов 550, 558 типа «Волгонепфть» с распределением по годам*

Суда сейчас работают, как правило, на реке, что собственно видно из графика списания, характерного для судов внутреннего плавания. В отстое всего 2 судна средним возрастом 49,5 лет. Серия явно востребована рынком, что собственно видно из «равномерной» динамики утилизации – в среднем выводят из эксплуатации по 1-2 танкера в год.

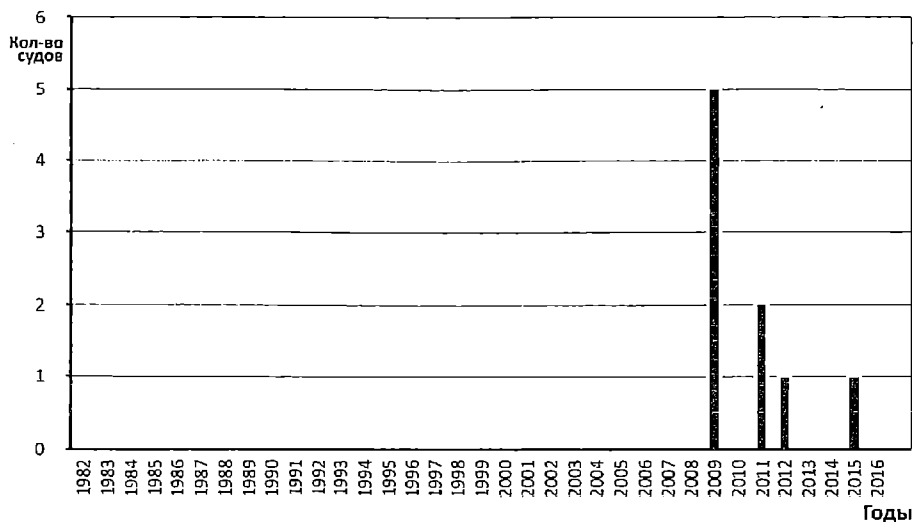
Представляет большой интерес процесс списания второй серии «Волгонефтей» проектов 1577, 550А (строились в 1967-1982 годах). Из 131 объекта списаны 8,3 % – 11 (2 танкера потеряны в катастрофах, утилизировано – 9 судов). В эксплуатации 105 танкеров средним возрастом 41,9 года, из них все с флагом России. Средний возраст утилизации – 37,8 лет. В отстое 15 танкеров со средним возрастом 42,2 года. Основной график списания судов (см. рисунок 23 и 24) имеет после 2009 года ярко выраженный экспоненциальный характер – это отражение морального старения по причине введения требований МАРПОЛ к высоте второго дна.



*Рис. 23. Количество списанных судов  
в % соотношении от всех судов проектов 550А, 1577 типа «Волгонефть»*

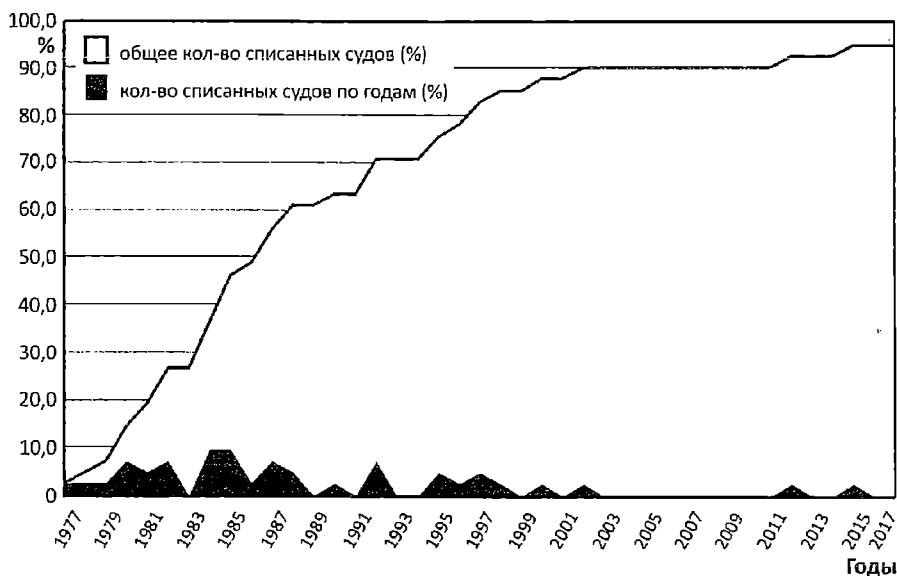
В 2009 году было списано сразу 5 танкеров. Однако потом процесс утилизации приостановился, так как судовладельцы смогли «сдвинуть» выполнение требований МАРПОЛ в несколько этапов до 1 января 2018 года. Серия явно востребована рынком, что собственно видно из динамики утилизации.

Из 41 танкера проекта 566 типа «Олег Кошевой» (по сути, первая серия танкеров прибрежного плавания и для Каспия, строились в 1957-1968 годах) списаны 98 % – 40 (2,5 % – 1 потерян в катастрофах, утилизировано – 39). В отстое 1 танкер возрастом 51 год.

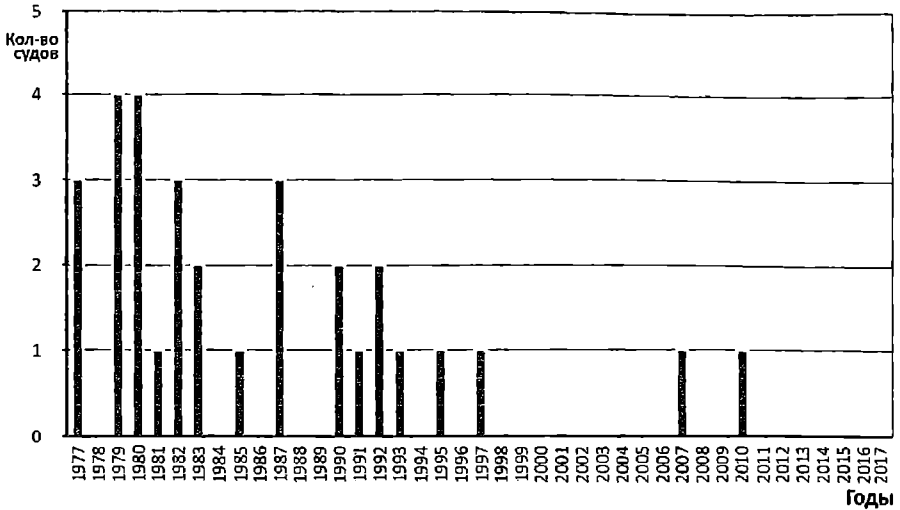


*Рис. 24. Количество утилизируемых судов проектов 550А, 1577 типа «Волgoneфть» с распределением по годам*

Средний возраст утилизации – 28,1 года. Основной график списания судов (см. рисунок 25 и 26) имеет «выпуклую» форму, что является признаком равномерной утилизации объектов – обычно это отвечает списанию по техническому состоянию. 33 судна были списаны не под российским флагом (83 %).

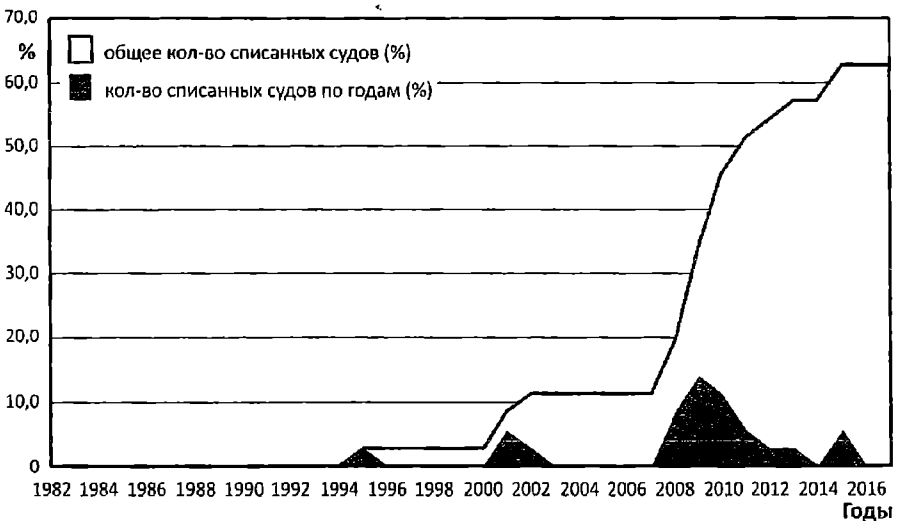


*Рис. 25. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проекта 566 типа «Олег Кошевой» (1 серия)*



*Рис. 26. Количество утилизируемых судов проекта 566 типа «Олег Кошевой» (1 серия) с распределением по годам*

Из 35 сухогрузов проекта 1572 типа «Кишинев» (одна их самых известных серий сухогрузов морского ограниченного района плавания для Каспия и других прибрежных морей СССР, строились в 1968-1977 годах) списаны 65,7 % – 23 (2,5 % – 1 потерян в катастрофах, утилизировано – 22). В эксплуатации 6 сухогрузов средним возрастом 40,7 года. В отстое 6 судов средним возрастом 41,5 года. Средний возраст утилизации – 36,8 года. Основной график списания судов (см. рисунок 27) имеет после 2007 года ярко выраженный экспоненциальный характер.



*Рис. 27. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проекта 1572 типа «Кишинев»*



Это отражение морального старения в силу достаточно архаичных трюмов с ярко выраженными «карманами» (судно не имеет вторых бортов и поэтому трюма не «ящичные»). 19 судов были списаны не под российским флагом (86 %), однако в данном случае это отражает лишь тот факт, что они были у Каспийского морского пароходства (Азербайджан), Дунайского и Азовского пароходств (Украина).

Продолжение серии «Кишинев» – суда проекта 1588 типа «Василий Шукшин» (строились в 1978-1989 годах) также активно списываются по экономическим причинам, у них слишком тяжелый корпус и соответственно слишком большая осадка (причем у «Кишиневов» эти характеристики были лучше). Из 24 сухогрузов проекта 1588 уже списано 79,1 % – 19 (15,8 % – 3 потеряны в катастрофах, утилизировано – 34). В эксплуатации 4 сухогруза средним возрастом 31,3 года. В отстое 4 со средним возрастом 38 лет. Средний возраст утилизации – 29,7 года. Основной график списания судов (см. рисунок 28) имеет после 2008 года ярко выраженный экспоненциальный характер. 16 судов были списаны не под российским флагом (84 %).

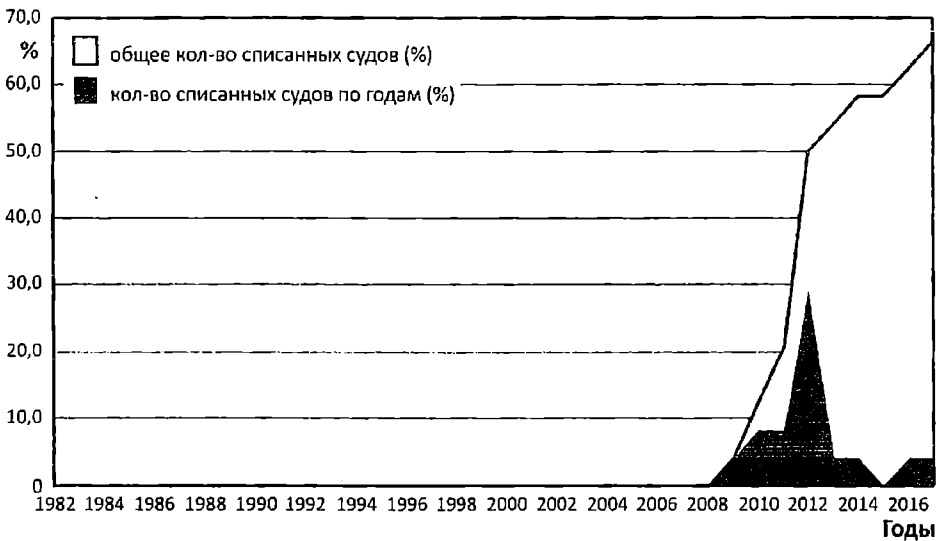


Рис. 28. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проекта 1588 типа «Василий Шукшин»

Также оказались не востребованы рынком относительно новые сухогрузные суда типа «Ладога» проектов 285, 289 и 787 (строились в Финляндии в 1972-1989 годах), ориентированные на смешанные река-море перевозки с заходом в Сайменский канал. Из 27 сухогрузов этого типа уже утилизировано 59,3 % – 16. В эксплуатации 8 средним возрастом 34,2 года. В отстое 3 средним возрастом 31,7 года. Средний возраст утилизации – 32,6 года. Основной график списания судов (см. рисунок 29) имеет после 2010 года ярко выраженный экспоненциальный характер.

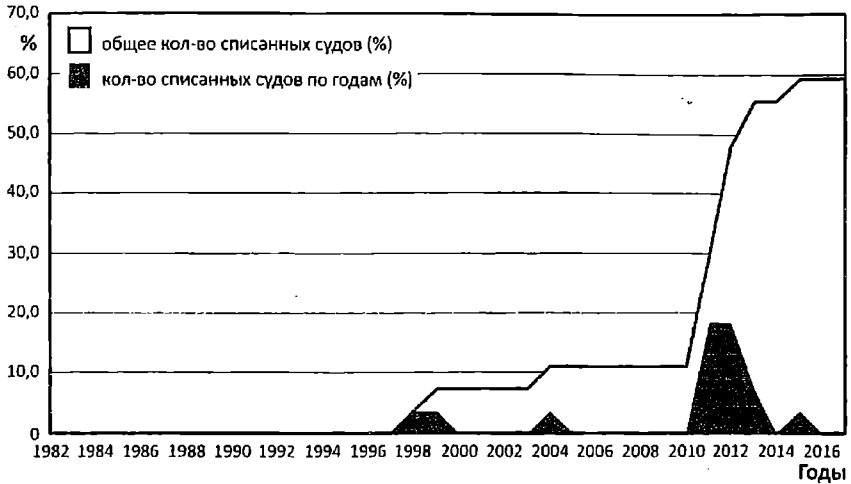


Рис. 29. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проектов 285, 289, 787 типа «Ладога»

Судя по всему, такая же судьба уготована рынком судам грузоподъемностью около 2000 тонн типа «Балтийский» проектов 613 и 620 (строились в Финляндии в 1977-1981 годах). Из 16 сухогрузов этого типа уже утилизировано 25 % – 4. В эксплуатации 8 сухогрузов средним возрастом 38,4 года. В отстое 4 судна средним возрастом 36,7 года. Средний возраст утилизации – 33,3 года. Основной график списания судов (см. рисунок 30) имеет после 2010 года ярко выраженный экспоненциальный характер.



Рис. 30. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проектов 613, 620 типа «Балтийский»

Прямо противоположная тенденция (см. рисунок 31) наблюдается по сухогрузным судам типа «Омский» (строились в России и в Румынии в 1972-1995 годах), особенностью которых является возможность перевезти 3000 тонн груза при осадке в реке 3,20 м, что крайне важно для маловодных годов. Из 138 сухогрузов этого типа списано всего 10 % – 14, причем 7 были потеряны в катастрофах, а сданы на металлолом всего 4.

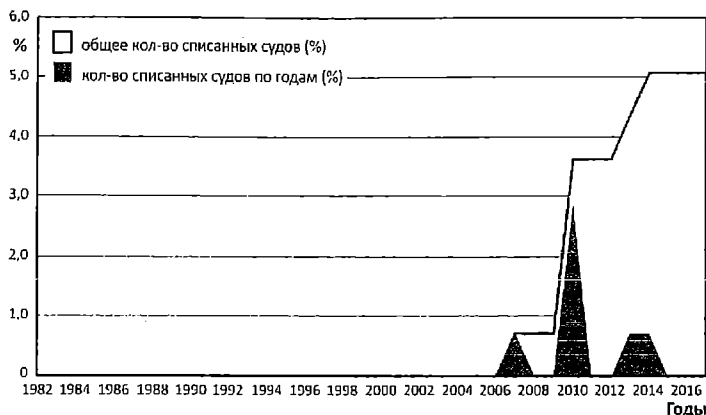


Рис. 31. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проектов 1743, 1743.1 типа «Омский»

В эксплуатации сейчас находятся 111 судов со средним возрастом 33,8 года, в отстое – 13 средним возрастом 29,5 года (в основном, из-за банкротства операторов, например, компании «Кент шиппинг»). Под флагом России работает 87 судов этого типа.

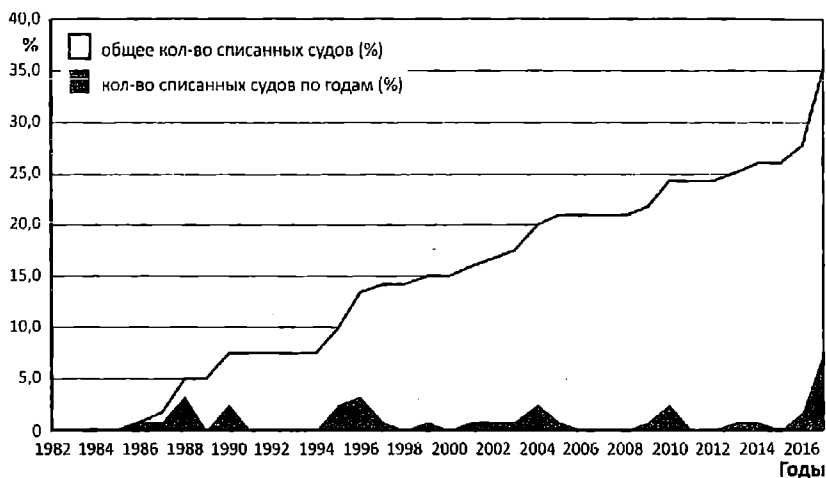
Безусловно, суда «Волго-Дон макс» класса востребованы не меньше, чем суда типа «Омский». Например, по сухогрузным судам типа «Волжский» проекта 05074 (строились в 1981-1999 годах, см. рисунок 32).



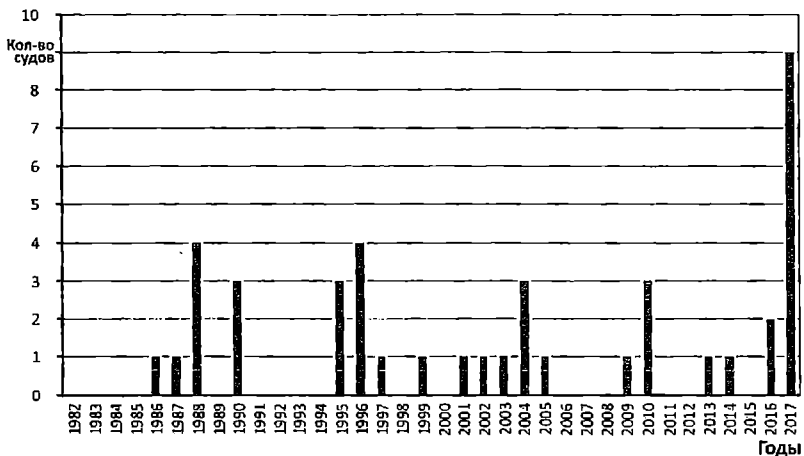
Рис. 32. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проекта 05074 типа «Волжский»

Из 63 сухогрузов этого типа списано 19 % – 12, причем 2 были потеряны в катастрофах, а сданы на металлолом 10 со средним возрастом 18,8 года. В эксплуатации сейчас находятся 47 судов со средним возрастом 27,2 года, в отстое – 4 средним возрастом 27,0 года (в основном, из-за банкротства операторов, например, компании «Кент шиппинг»). Под флагом России работает 20 судов этого типа.

По сухогрузным судам типа «Волго-Дон» проекта 1565 (строились в 1968-1990 годах, см. рисунки 33 и 34). Из 108 сухогрузов этого типа списано 17 % – 18, причем 5 были потеряны в катастрофах, а сданы на металлолом 13 со средним возрастом 34,7 года. В эксплуатации сейчас находятся 81 судно со средним возрастом 39 лет, в отстое – 9 средним возрастом 44,6 года. Под флагом России работает 66 судов этого типа.



*Рис. 33. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проектов 507А, Б типа «Волго-Дон»*



*Рис. 34. Количество утилизированных судов проектов 507А, Б типа «Волго-Дон» с распределением по годам*

По сухогрузным судам типа «Волго-Дон» проекта 507, 507А, 507Б (строились в 1960-1980 годах, см. рисунки 35 и 36). Из 119 сухогрузов этого типа списано 39 % – 46, причем 4 были потеряны в катастрофах, а сданы на металлолом 42 со средним возрастом 37,8 года. В эксплуатации сейчас находится 51 судно со средним возрастом 42 года, в отстое – 22 средним возрастом 46,3 года. Основной график списания судов имеет линейный характер. Суда сейчас работают, как правило, на реке, что собственно видно из графика списания, характерного для судов внутреннего плавания. Однако в 2017 году было списано сразу 9 судов, что является признаком физического старения корпуса, так как сам тип таких судов востребован на рынке.



Рис. 35. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проекта 1565 типа «Волго-Дон»

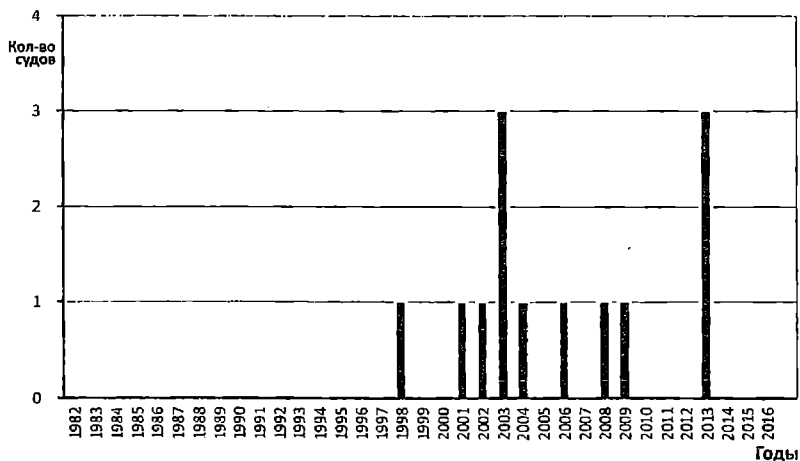


Рис. 36. Количество утилизованных судов проекта 1565 типа «Волго-Дон» с распределением по годам

Схожая с сухогрузными судами типа «Омский» тенденция сохранения серии наблюдается на танкерах типа «Ленанефть» проекта Р-77 (см. рисунок 37, строились в России и в Болгарии в 1972-1984 годах), особенностью которых является малая осадка, что принципиально необходимо для работы в реках Сибири по северном завозу. Из 53 танкеров этого типа списано всего 13 % – 7, причем 3 были потеряны в катастрофах, а сданы на металлолом всего 4 со средним возрастом 37 лет. В эксплуатации сейчас находятся 41 судно со средним возрастом 38,6 года (все с флагом России), в отстое – 5 средним возрастом 40,2 года.



Рис. 37. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проекта Р-77 типа «Ленанефть»

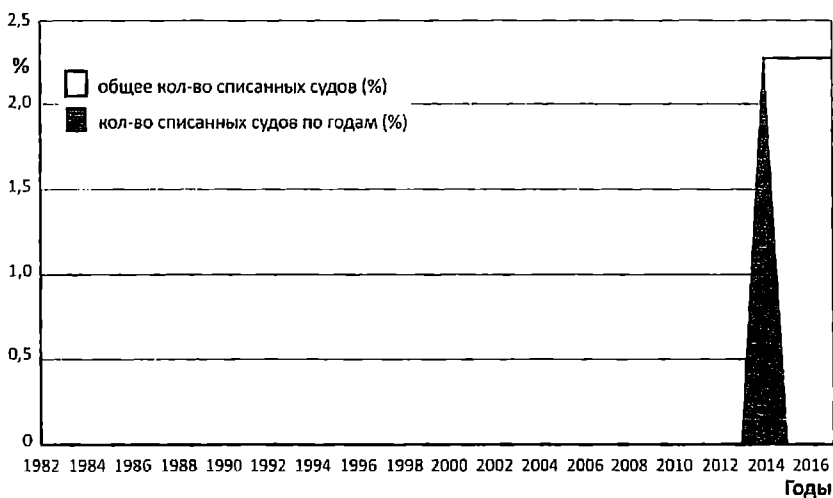


Рис. 38. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проекта 92-040 типа «Амур»

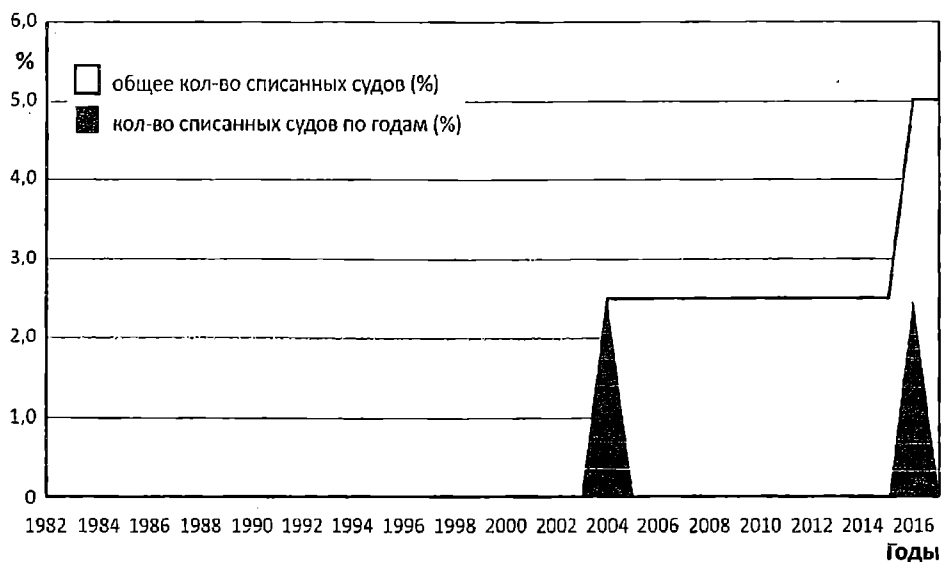


Рис. 39. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проектов P-32, P-32А, P-32К типа «Невский»

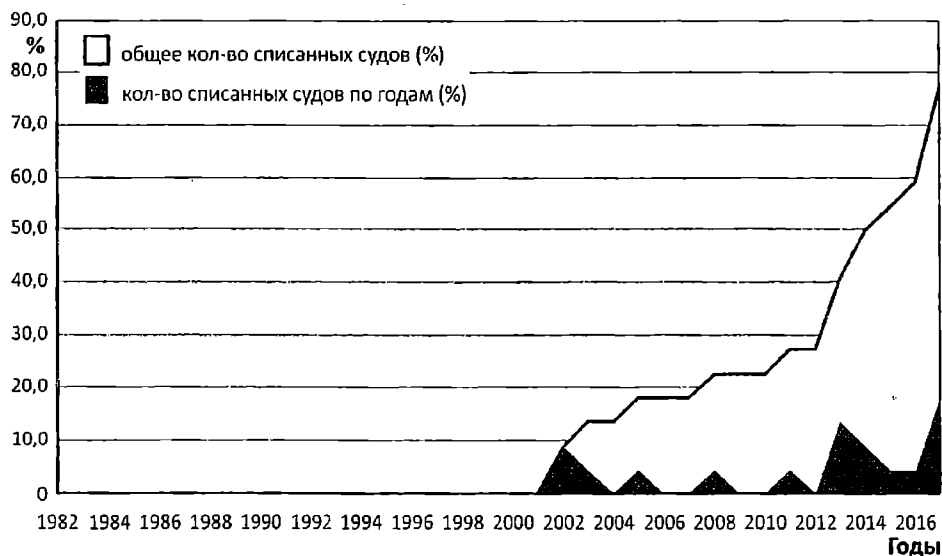
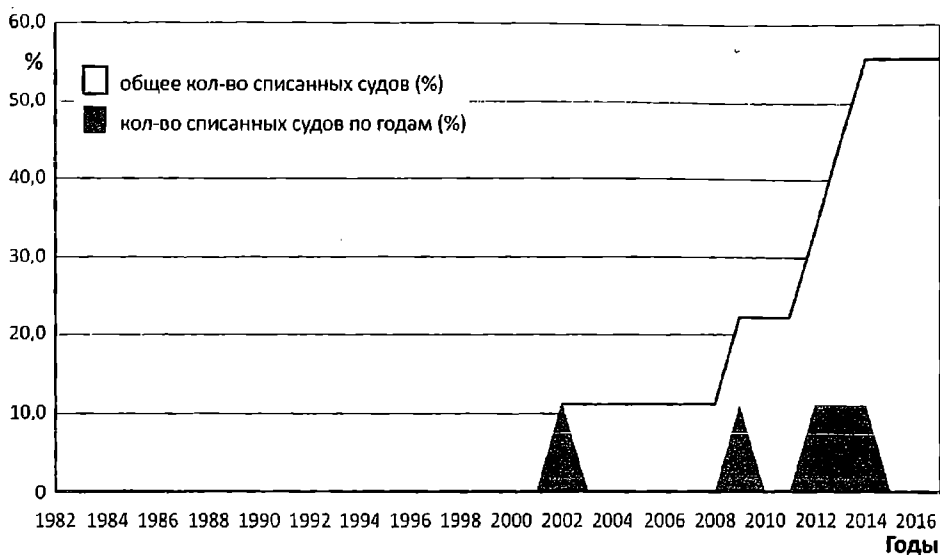
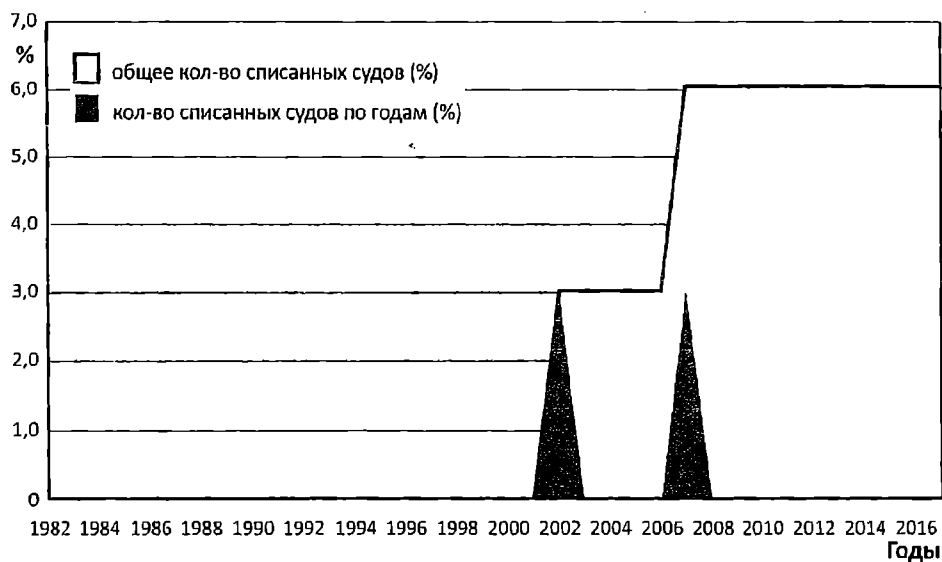


Рис. 40. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проектов 1810, 1814 типа «Морской»

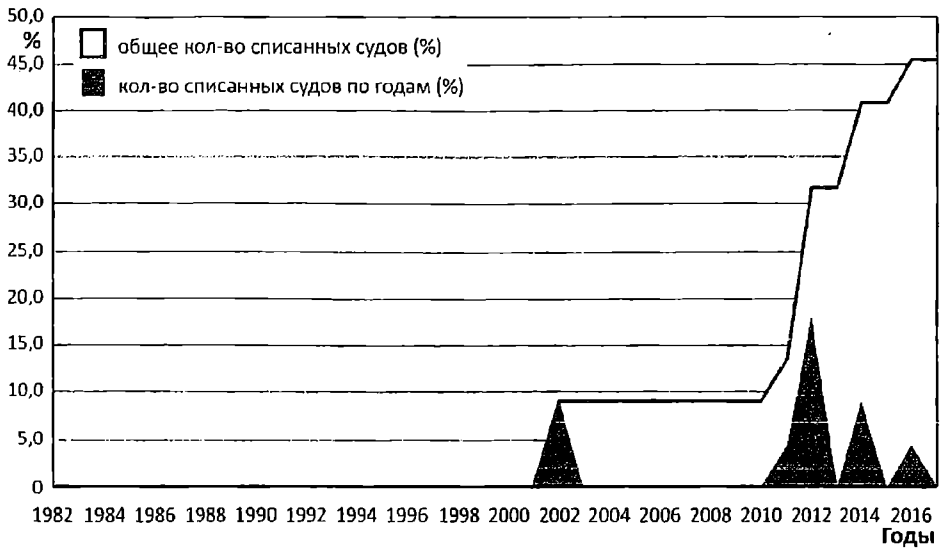


*Рис. 41. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проекта 037 типа «Рефрижератор»*

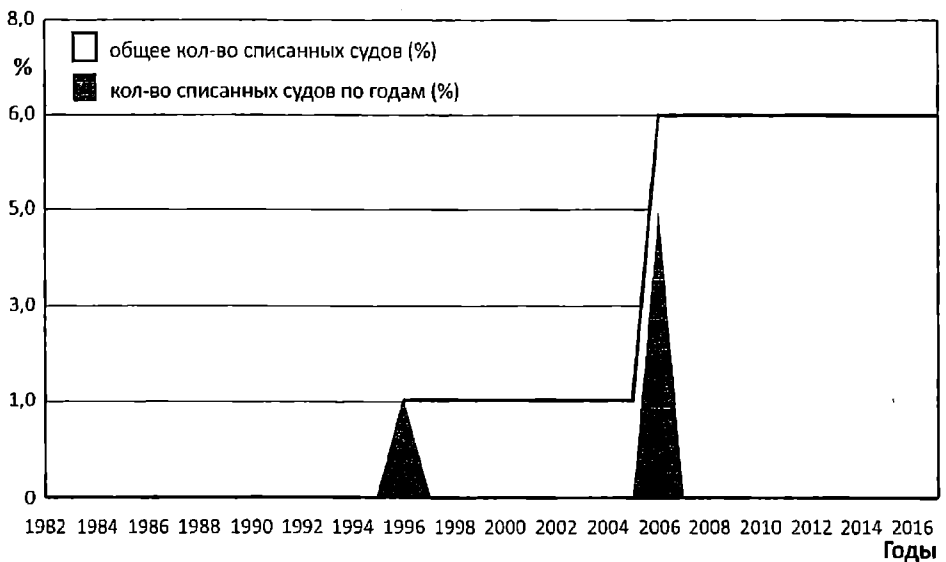


*Рис. 42. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проектов 292, 0225 типа «Сибирский»*





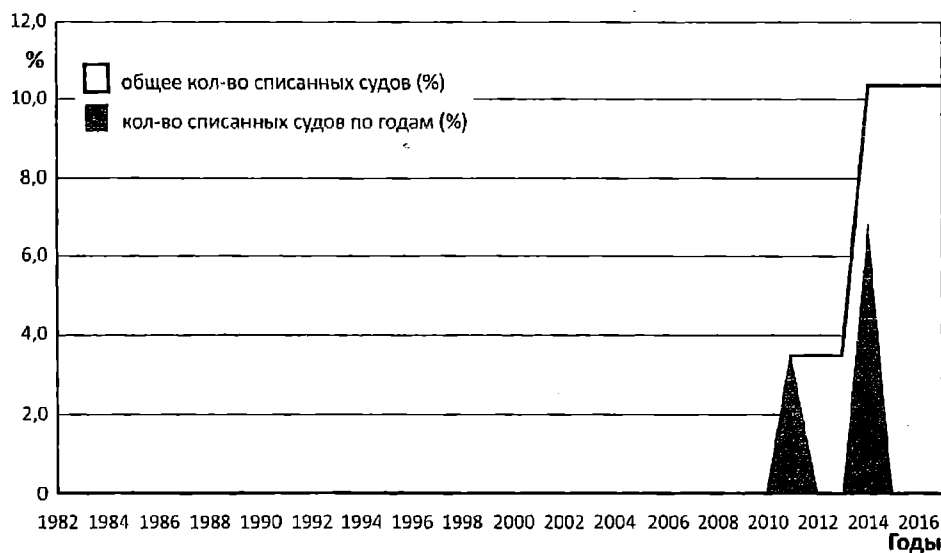
*Рис. 43. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проектов Д-080, Д-080М типа «Славутич»*



*Рис. 44. Количество списанных судов в % соотношении от всех судов проекта 1000 типа «Финский»*



*Рис. 45. Количество списанных судов в % соотношении от всех танкеров проекта 610*



*Рис. 46. Количество списанных судов в % соотношении от всех танкеров проекта 1677 типа «Олег Кошевой»*

К июню 2017 года из 22 «Морских» проектов 1810 и 1841 (строились в Финляндии в 1966-1972 годах) списаны 86 % – 19 (4,5 % – 1 судно потеряно в катастрофах, утилизировано 82 % – 18 судов, все в XXI веке). В эксплуатации 2 судна средним возрастом 51,9 года, из них 5 с флагом России. Средний возраст утилизации – 37 лет. При этом пик утилизации наблюдался (см. рисунки 3 и 4) в 2009-2010 году, когда было списано сразу 16 судов проекта 781 (21 % серии). Интересно отметить, что 39 судов (57 % из всех списанных) были утилизированы, имея не российский флаг (это, как правило, турецкие судовладельцы). Основной график списания судов (см. рисунок 3), как правило, сохранял линейный характер, что является признаком равномерной утилизации объектов – обычно это отвечает списанию по техническому состоянию и только в 2009-2010 году был скачок по экономическим причинам.

По результатам анализа списания по отдельным проектам судов смешанного плавания можно сделать вывод о трех моделях списания, характерных для отечественных судов смешанного плавания:

- списание по классической схеме (1 модель), при которой значительная часть судов серии списывается при достижении судами максимального допустимого расчетного срока эксплуатации, как правило, 25-30 лет, а оставшиеся в эксплуатации суда списываются по остаточном принципу (по убывающей);

- списание в силу морального устаревания (2 модель), при которой значительная часть судов серии списывается при наступлении определенных внешних обстоятельств (обвал рынка, потеря экономики в работе судна, несоответствие судна конъюнктуре рынка). При этом средний возраст списаний судов серии может и не достигать расчетного эксплуатационного срока (суда типа «СТ» проектов 19620, P-168, 191), а может быть и значительно выше (суда типа «Волго-Балт» проекта 2-95A/R);

- списание по комбинированной схеме (3 модель), при которой суда серии списываются постепенно в зависимости от достижения допустимого расчетного срока эксплуатации, режимов эксплуатации и судовладельца.

Классическое списание по первой модели характерно для судов смешанного плавания, работающих / работавших преимущественно на реке (проекты 21-88, 21-89 типа «Калининград», проект 576 типа «Шестая пятилетка»), а также в морских районах (проект 566 типа «Олег Кошевой» (1 серия), проект 1588 типа «Василий Шукшин», проект 1572 типа «Кишинев»).

Списание в силу морального устаревания характерно для судов смешанного плавания, строившихся в своё время под определенные задачи, которые потеряли сейчас актуальность (суда типа «СТ» проектов 19620, P-168, 191, 037, типа «Волго-Балт» проекта 2-95A/R, проектов 326, 326.1 типа «СТК», проекта 1570 типа «Нефтерудовоз», проектов 285, 289, 787 типа «Ладоба», проектов 1810, 1814 типа «Морской»,

проектов Д-080, Д-080М типа «Славутич», проекта 1557 типа «Сормовский»).

Списание по комбинированной модели характерно для судов смешанного плавания, которые являются актуальными и сегодня, но списываются по ряду причин – техническое состояние, аварии, банкротство судовладельца и т.п. (суда проектов 781, 781Э, 613, 620 типа «Балтийский», проектов 550, 558, 550А, 1577 типа «Волгонефть», проектов Р-77, 621 типа «Ленанефть», проектов 507А, Б, 1565 типа «Волго-Дон», проекта 05074 типа «Волжский», проектов 1743, 1743.1 типа «Омский», проектов 292, 0225 типа «Сибирский», проектов 19610, 1961 типа «Волга»). При этом многие из таких судов могут потерять актуальность в будущем, и первая или третья модель списания будет меняться на вторую. К примеру, танкеры, не соответствующие Правилам МАРПОЛ, с 2018 года или суда, не дооборудованные системой обработки балластных вод в соответствии с Балластной конвенцией BWM 2004 к первому после 8 сентября 2017 года очередному освидетельствованию [3].

Прогнозировать выбытие судов смешанного река-море плавания можно в целом для всего флота, но это будет очень грубой оценкой, так как зависимости выбытия для судов различных проектов значительно отличаются друг от друга и носят вероятностный характер.

Для каждого проекта, базируясь на данных, полученных выше и опираясь на выбранную модель утилизации, можно прогнозировать следующие сроки списания (см. таблицу 2).

*Таблица 2*

*Прогноз выбытия судов смешанного река-море плавания  
на июнь 2017 года*

Проект	Прогнозируемый год выбытия серии	Остаточный ресурс, лет	Количество действующих судов на 2017 г, ед.	Прогноз количества судов на 2020 г, ед.	Прогноз количества судов на 2025 г, ед.
Балтийский (пр. 613, 620)	2026	9,0	8	5	1
Балтийский (пр. 781, 781Э)	2020	3,0	7	1	-
Амур (пр. 92-040)	2029	12,0	34	28	17
Василий Шукшин (пр. 1588)	2020	3,0	4	1	-
Волга (пр. 19610, 19611)	2036	19,0	41	37	31
Волго-Балт (пр. 791)	2018	1,0	3	-	-

*Продолжение табл. 2*

Волго-Балт (пр. 2-95А/В)	2025	8,0	91	60	5
Волго-Дон (пр. 507А, 507Б)	2030	13,0	51	38	14
Волго-Дон (пр. 1565)	2034	17,0	81	70	56
Волжский (пр. 05074)	2036	19,0	47	40	27
Иван Щепетов (пр. 16510)	2035	18,0	3	3	2
Калининград (пр. 21-88, 21-89)	2025	8,0	53	29	4
Кишинев (пр. 1572)	2020	3,0	6	1	-
Ладога (пр. 285, 289, 787)	2021	4,0	8	3	-
Невский (пр. Р-32, Р-32А, Р-32К)	2034	17,0	36	30	18
Омский (пр. 1743, 1743.1)	2029	12,0	111	86	41
Морской (пр. 1814двт, 1810двт)	2019	2,0	2	-	-
Рефрижератор (пр. 037)	2019	2,0	2	-	-
Сибирский (пр. 292, 0225)	2028	11,0	31	27	11
Славутич (пр. Д-080, Д- 080МК)	2023	6,0	9	5	-
Сормовский (пр. 1557)	2027	10,0	63	44	19
Сормовский (пр. 488)	2033	16,0	34	29	17
СТК (пр. 326, 326.1)	2024	7,0	38	16	-
СТ (пр. 191, 19620, 19621, Р-168)	2026	9,0	49	32	9
Финский (пр. 1000)	2030	13,0	14	10	4

Продолжение табл. 2

Шестая пятилетка (пр. 576)	2022	5,0	53	28	-
Нефтерудовоз (пр. 1570)	2023	6,0	25	12	-
Волгонефть (пр. 550, 558)	2024	7,0	21	14	-
Волгонефть (пр. 630)	2038	21,0	9	8	6
Волгонефть (пр. 550А, 1577)	2027	10,0	105	78	30
Ленанефть (пр. Р-77)	2027	10,0	41	29	11
Ленанефть (пр. 621)	2038	21,0	28	25	20
Бункеровщик (пр. 610)	2028	11,0	49	35	16
Олег Кошевой (пр. 1677)	2026	9,0	22	11	3
Олег Кошевой 1 сер. (пр. 566)	2018	1,0	0	-	-
Всего			1179	835	362

**Заключение.** Из исследованных 2195 построенных с 1956 по 1999 год судов смешанного, внутреннего и ограниченного морского плавания самых известных серий на сегодня списано 812 судов (37 %). Потеряно в катастрофах 98 (12 %) со средним возрастом 29,7 года. Утилизировано 714 со средним возрастом сдачи на металл 35,2 года, причем 342 (48 %) при этом имели флаг не России.

Работает 1179 единиц со средним возрастом 37,5 лет (из них с флагом России 948). В отстое 204 судно со средним возрастом 40,6 года. Прогноз на 2020 году – 835 судов старых типов, на 2025 год – 362 судна.

То есть через 5-10 лет вполне объективно будут списаны более 50-70 % эксплуатируемого в настоящее время флота, что приведет к обвалу объемов перевозок на водном транспорте.

Основными критериями грядущего массового списания судов внутреннего и смешанного река-море плавания в РФ являются [2; 3]:

- крайний физический износ;
- моральное старение, в том числе по экономическим и экологическим требованиям и по характеристикам самого судна;
- большие капиталовложения в поддержание должного технического состояния судов для прохождения классификационного освидетельствования Регистром (документы действуют в течение 5 лет при

условии ежегодного подтверждения). В результате затраты на ремонт и подтверждение классификационных документов не окупаются в течение 4-5 лет на тех направлениях и грузах, где работает судно, т.е. ремонт и подтверждение класса экономически нецелесообразно;

- в случае, когда дальнейшая эксплуатация судна угрожает безопасности судоходства и связана с высокими рисками аварии;

- в случае, когда рост эксплуатационных затрат, связанных с поддержанием судов в рабочем состоянии (топливо, масло, запчасти, материалы, страхование и др.), делает его дальнейшую эксплуатацию нерентабельной.

Как видно из вышеизложенного, предстоящее списание флота воднотранспортной отрасли нанесет существенный, практически невозполнимый ущерб, в первую очередь, внутренним речным перевозкам и смешанным перевозкам, и ничего не помешает железнодорожному транспорту увеличить тарифы на перевозку грузов, которые сейчас снижены с целью конкурентной борьбы с другими видами транспорта.

Несмотря на средний возраст, достаточно высокий в серии, два типа судов списывают достаточно мало и, как правило, по техническому состоянию – суда «Волго-Дон макс» класса («Волго-Доны» российской и румынской постройки, «Волгонефти» российской и болгарской постройки), обеспечивающие наиболее возможную грузоподъемность на речных осадках из всех существующих судов и суда типа «Омский» грузоподъемностью 3000 тонн при осадке около 3,20 м, которая, по сути, не зависит от погоды («водности»).

Это позволяет рекомендовать строить новые суда именно с такой философией работы – «Волго-Дон максы» в сухогрузном, нефтеналивном и комбинированном вариантах и суда взамен «Омских» как типы судов, фактически выбранные рынком.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Войниченко В.А. Рынок сухогрузного тоннажа: когда прогнозы не сбываются // Порты Украины. – 2014. – № 10.*
2. *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.*
3. *Егоров Г.В., Нильва А.Е., Колесник Д.В. Управление балластными водами на новых и существующих судах: опыт практических решений и возникающие проблемы // Морская Биржа. – 2017. – № 2 (60). – С. 22-34.*
4. *Официальный сайт компании Hellenic Shipping news. URL: <http://www.hellenicshippingnews.com/ship-demolition-market-hits-standstill-while-shipping-needs-more-scrapping-to-recover>*

5. *Официальный сайт Ship breaking in Bangladesh. URL: <https://www.shipbreakingbd.info/Shipbreaking%20around%20the%20world.html>*
6. *Официальный сайт компании Compass Maritime. URL: <http://www.compassmar.com/reports/Compass%20Maritime%20Weekly%20Market%20Report.pdf>*
7. *Официальный сайт компании Hellenic Shipping news. URL: <http://www.hellenicshippingnews.com/demolition-in-2016-no-break-for-the-shipbreakers/> / Официальный сайт компании Fair-play. URL: <http://fairplay.ihs.com/commerce/article/4282866/ship-scrap->*

*Стаття надійшла до редакції 20.09.2017*

**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. Коноплев**



УДК 629.5.01

Я.П. Саустіян

**АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ  
БЕЗЕКІПАЖНИХ НАДВОДНИХ КАТЕРІВ**

*У статті розглядаються основні архітектурно-конструктивні особливості безекіпажних надводних катерів (БЕК). Здійснена їх класифікація за типом корпусу, за розмірами і типом виконуваних завдань, за ступенем автономності.*

*Ключові слова: безпілотні системи, тип корпусу, напівзанурений, користне навантаження, водотонажний, глісуючий, платформа, обладнання, автономний.*

*В статье рассматриваются основные архитектурно-конструктивные особенности безэкипажных надводных катеров (БЭК). Осуществлена их классификация по типу корпуса, по размерам и типу выполняемых задач, по степени автономности.*

*Ключевые слова: беспилотные системы, тип корпуса, полупогруженный, полезная нагрузка, водоизмещающий, глиссирующий, платформа, оборудование, автономный.*

*The article deals with the main architectural and structural features of unmanned surface vehicle (USV). Their classification by type of body, size and type of tasks performed, on degree of autonomy is carried out.*

*Keywords: unmanned systems, body type, semi-submersible, payload, conventional planing, semi-planing, platform, equipment, autonomous.*

**Вступ.** Сьогодні у світі сконцентрована увага щодо витоків загроз, можливих місць нападів та засобів, за допомогою яких вони можуть бути здійснені.

Разом з цим виникають потреби застосовувати сучасні методи захисту, використовуючи різні безпілотні системи. До таких систем належать:

- unmanned surface vehicle (USV);
- unmanned undersea vehicle systems (UUVs);
- unmanned aerial vehicles (UAVs);
- uninhabited combat air vehicles (UCAVs);
- unmanned ground vehicles (UGVs).

Такі системи можуть виконувати безліч можливостей, включаючи спостереження та розвідку, знаходження цілей, здійснення оцінки пошкоджень вузлів зв'язку, проведення різних екологічних вимірювань, виявлення та ідентифікації ядерних, біологічних і хімічних загроз та ін.

Для забезпечення охорони морського простору використовують безкіпажні надводні катери (USV). Такі системи забезпечують значну стійкість на воді та таємні можливості. Вони можуть працювати повністю або частково автономним режимом, заздалегідь виконувати визначені місії, надавати оптичні або акустичні знімки, дані різного типу про морське середовище та обстановку на воді.

Безкіпажні надводні катери вже протягом багатьох десятиліть розробляються різними країнами. Особливу увагу приділяють дослідженням та розробкам нових БЕК ВМС США та Ізраїлю. Проте значних успіхів в цьому напрямку досягнуто за останні пару десятиліть.

У роботі [1] розглядаються технології розробки систем безпілотних морських транспортних засобів (Unmanned Maritime Vehicles) за останні двадцять років та досліджуються безкіпажні надводні катери. Також здійснено оцінку комерційних та експлуатаційних результатів.

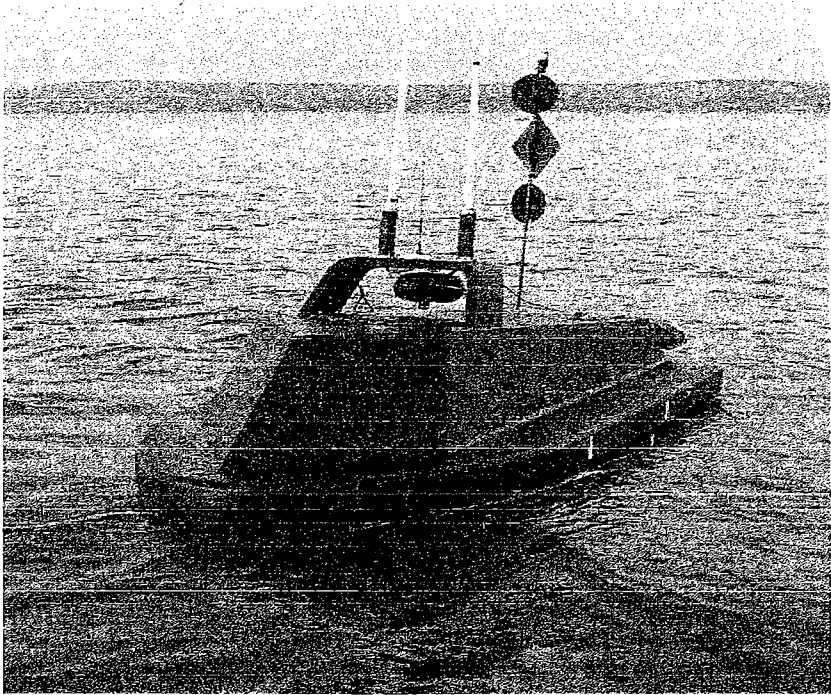
**Метою статті є** аналіз та огляд основних архітектурно-конструктивних особливостей безкіпажних надводних катерів для точного збору та класифікації статистичних даних.

**Виклад основного матеріалу.** Основним критерієм при проектуванні БЕК є його форма корпусу. Експлуатація на морській поверхні дає можливість БЕК постійно обмінюватися інформацією наземними, повітряними і підводними об'єктами, які обладнані відповідним чином. Враховуючи вищезазначене, були розглянуті наступні типи БЕК:

- напівзанурені (semi-submersible craft);
- водотоннажні (conventional planing hull craft);
- напівглісуючі (semi-planing hull craft);
- на підводних крилах (hydrofoils);
- інші типи (other craft types).

Так як у напівзанурених БЕК (рис. 1) [2] більша частина корпусу знаходиться під водою, то він має більш низький лобовий опір, ніж традиційні конструкції корпусу. При усуненні хвильового опору сумарний опір БЕК значно зменшується, що дозволяє використовувати більший відсоток його потужності для інших цілей, таких як буксирування чи електроживлення. Через співвідношення опору тиску (опору форми) до необхідної потужності швидкість БЕК обмежена до 25 вузлів (для катерів довжиною 7 м). Для катерів довжина, яких менше 7 метрів, обмежень по швидкості немає. Такі напівзанурені безкіпажні катери оснащуються високоефективними пропульсивними системами, що роблять їх конкурентоспроможними порівняно з катерами інших конструктивних типів.

Така конструкція менше піддається впливу стану моря, що робить період його експлуатації в різних погодних умовах більш тривалим. Вплив морського хвилювання знижується, що корисно для стабілізації датчиків і корисного вантажу, наприклад, гідролокаторів та антен для місії з протимінної оборони. Також через те, що більша частина корпусу знаходиться під водою, його радіолокаційна та візуальна помітність знижується, що сприяє виконанню завдань, які вимагають скритності.



*Рис. 1. Напівзанурений БЕК Sentry (QinetiQ, Велика Британія)*

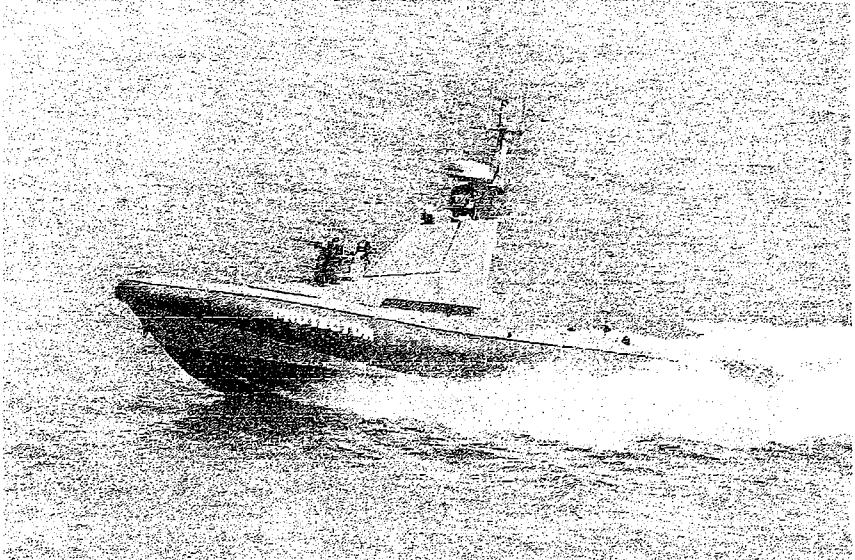
Напівзанурені БЕК мають більшу вартість, ніж катери з корпусом звичайного типу через підвищену складність систем та їх специфічність.

Корпуси БЕК водотонажного типу бувають різних форм. Найбільш поширеними є корпуси типу «V-Hull» (рис.2.) [3], «Modified-V» і «M-Hull».

В залежності від форми та навантаження катера, корпус типу «V-Hull» має поєднання продуктивності і широкого діапазону швидкостей, включаючи максимальну швидкість, що перевищує 20 вузлів. Цей тип корпусу є кращим у порівнянні з іншими типами корпусів з точки зору ефективності транспортування (швидкість, корисний вантаж і дальність). Такий БЕК має високу масу корисного вантажу.

Корпус типу «Modified-V» поєднує в собі кращі характеристики інших типів. Такий тип корпусу має більшу швидкість у порівнянні з «V-Hull». Технологія «M-Hull» поєднує в собі аеростатичні та гідродинамічні характеристики форми корпусу, що створює стабільну платформу для розміщення обладнання. Така конструкція корпусу має велику швидкість та здатність перевезення більш корисного навантаження. Такий тип корпусу дозволяє БЕК для військових операцій перевищувати обмеження по швидкості [4].

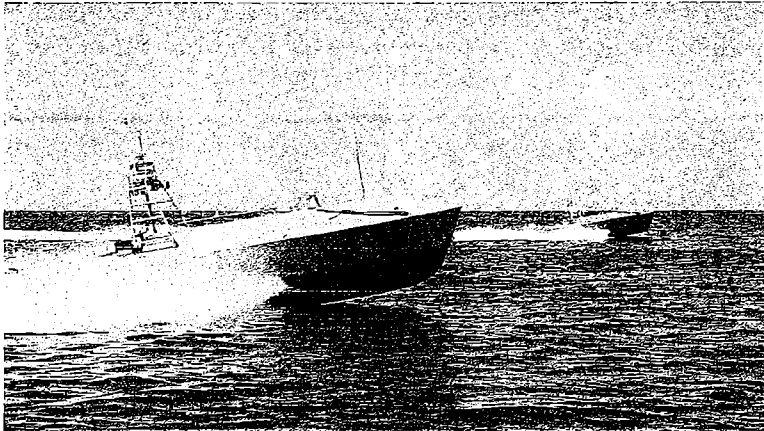
На малих швидкостях БЕК зі звичайним корпусом менш стійкий на воді і схильний до бортової хитавиці, а на високих – ударяється об воду і не ефективний на перехідних швидкостях. Такі БЕК при їх побудові обходяться дешевше через схожість зі звичайними суднами, що обумовлюється економією за рахунок масштабів виробництва.



*Рис. 2. БЕК з корпусом типу «V-Hull» Protector  
(Rafael Advanced Defense Systems Ltd., Ізраїль)*

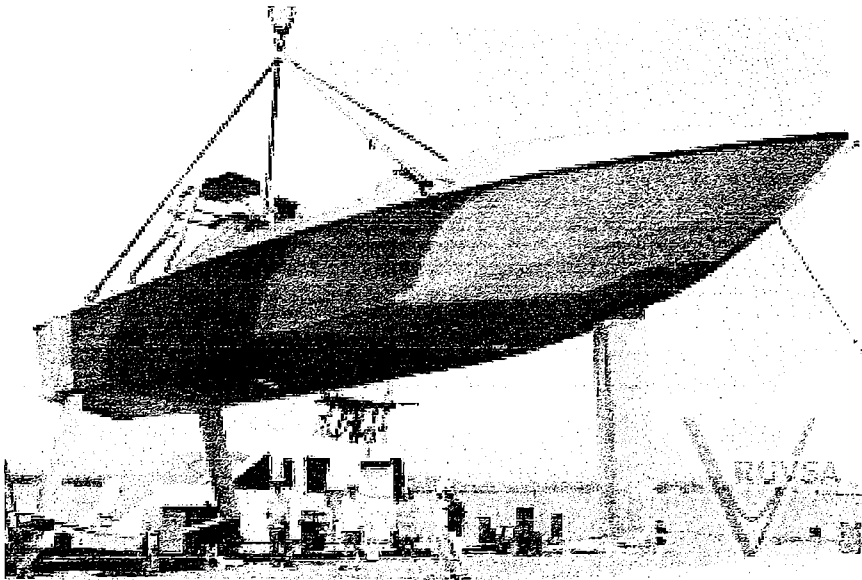
При роботі на помірних швидкостях корпус БЕК напівглісуючого типу забезпечує більш низький опір і більш високу стійкість на хвилюванні порівняно зі звичайним корпусом типу «V-Hull» та його варіантами. БЕК з таким типом корпусу здатний розвивати швидкість більше 30 вузлів, і він є більш ефективним у широкому діапазоні швидкостей. Як правило, даний тип корпусу має меншу масу корисного вантажу порівняно зі звичайним корпусом для відповідної довжини ватерлінії, тому він більш вузький – з великим співвідношенням довжини до ширини ( $L/B$ ). Наприклад, БЕК компанії Textron, Inc. (США) Common Unmanned Surface Vessel (CUSV) (рис. 3) рухається зі швидкістю 35 вузлів та має  $L/B = 3,5$  [5].

БЕК на підводних крилах (рис. 4) [6] має найменший опір і краще утримується на воді серед всіх типів корпусу. Також на швидкості він являє собою стабільну в помірних морських умовах платформу. Такі БЕК здатні розвивати швидкість понад 40 вузлів та не підходять для завдань буксирування: оптимізація пропульсивної системи (рушія) з метою досягнення високошвидкісної роботи не сумісна з низькими швидкостями і високою тягою, необхідних для ефективного виконання завдань буксирування. Через складність конструкції цей тип корпусу є більш дорогим, ніж корпус напівглісуючого типу.



*Рис. 3. БЕК напівглибючого туну Common Unmanned Surface Vessel (CUSV) (Textron, Inc., США)*

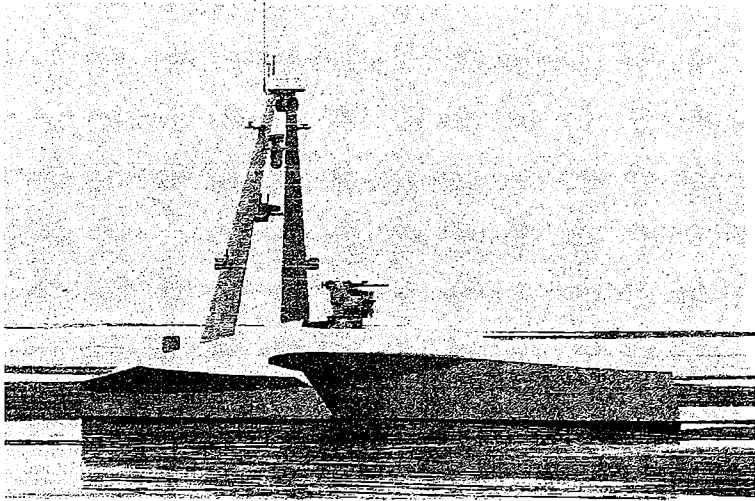
Існує безліч інших традиційних і нетрадиційних типів корпусу БЕК. Серед них – вітрильники, інші типи, що створюють піднімальну силу; катери з малою площею ватерлінії, хвилерізи та багатокорпусні (рис. 5) [7]. Як правило, такі типи добре підходять для конкретних вузьконаправлених цілей, а не для використання за загальним призначенням. При цьому витрати на них можуть змінюватися: БЕК може бути використаним як одноразово, так і стати основним капіталовкладенням.



*Рис. 4. БЕК на підводних крилах USSV-HS (Naval Surface Warfare Center – Carderock Division, США)*

Безекіпажні катери, як правило, мають невеликі розміри. Якщо розглядати тільки БЕК, які застосували у бойових операціях або, принаймні, успішно пройшли всі кваліфікаційні випробування, то їх розміри не перевищують 41 метр, при цьому переважна більшість БЕК має розміри 7 і 11 метрів. Відповідно до Додатка Д «USV Master Plan» (США) [8]. БЕК за розмірами і типом виконуваних завдань можна розділити на чотири основні класи:

- 1) X-Class;
- 2) Harbor Class (7m);
- 3) Snorkeler Class (semi-submersible);
- 4) Fleet Class (11m).



*Рис. 5. Bonefish USV (SAAB and PT. Lundin Industry Invest, Швеція)*

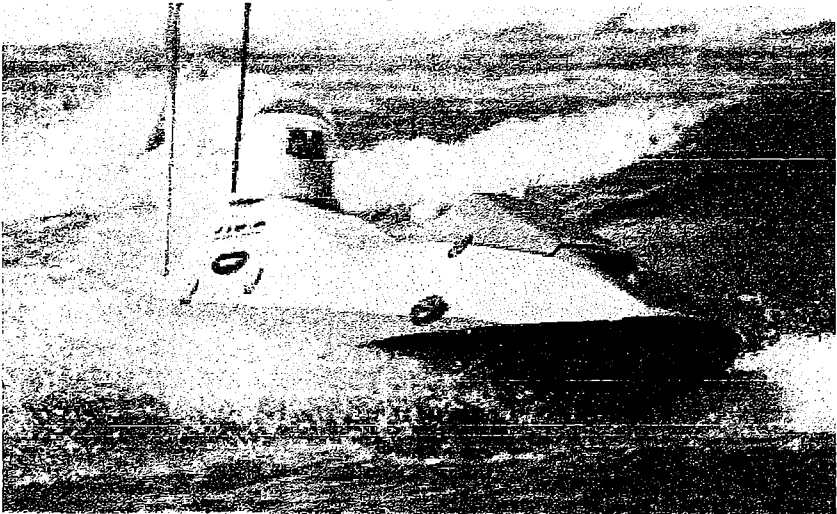
До X-Class відносять БЕК спеціального призначення довжиною менше 3-х м, побудовані для вирішення конкретного завдання. При конструюванні не використовується модульний підхід, як наслідок цього БЕК такого класу неможливо реконструювати під вирішення іншого завдання. Проте, цей підхід цілком виправданий при створенні малорозмірних БЕК. Решта три класи мають всі переваги модульної побудови, а системи управління всіх чотирьох класів уніфіковані.

БЕК X-Class використовують, для підтримки операцій сил спеціального призначення. Вони мають істотні обмеження по запасу ходу, корисного навантаження, озброєння і морехідності.

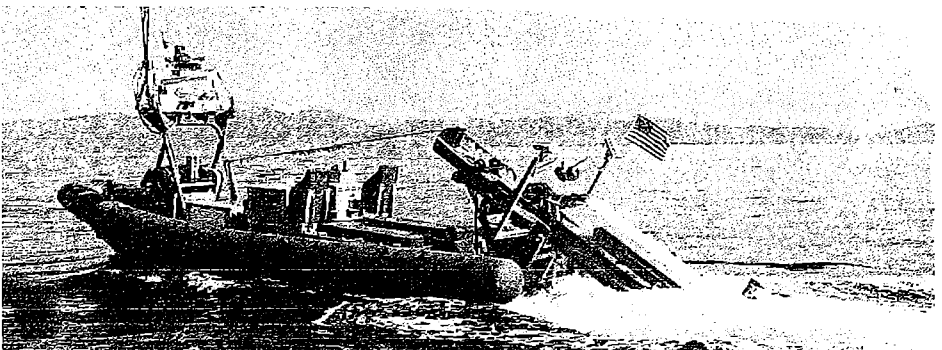
Яскравим прикладом БЕК такого класу є Stingray USV (рис. 6). Stingray USV – безекіпажний катер компанії Elbit Systems Ltd. (Ізраїль), який призначений для охорони морських шляхів та підводних пошукових операцій. Але основними місіями при виконанні бойових завдань є стеження, спостереження та розвідка (англ. ISR) [9].

До класу Harbor відносять 7-метрові надувні човни з жорстким набором корпусу. Крім виконання завдань у безпілотному режимі вони використовуються і під управлінням екіпажу. Такі БЕК стандартизовані для розміщення на борту військових кораблів і платформ, спільно з якими можна виконувати різні військові операції та операції для забезпечення безпеки при виконанні розвідки і спостереження. На борту, як правило, розміщуються засоби радіоелектронної боротьби, пристрій для спуску на воду і підйому на борт малих автономних незаселених підводних апаратів (АНПА) [8].

Представником класу Harbor є Spartan Scout USV (рис.7), що був розроблений у 2002 році Naval Undersea Warfare Center (США): призначений для патрулювання акваторій портів і внутрішніх водних шляхів сполучення, має радіокерований надувний човен, оснащений летальною зброєю та обладнанням для спостереження [10].



*Рис. 6. Stingray USV (Elbit Systems Ltd., Ізраїль)*



*Рис. 7. Spartan Scout USV (Naval Undersea Warfare Center, США)*

До класу Snorkeler відносять напівзанурені БЕК (рис. 1), що розмішуються на борту великих військових кораблів. Вони призначені для вирішення широкого кола завдань. Під час виконання бойової операції БЕК класу Snorkeler знаходяться в напівзануреному стані, так, що над поверхнею залишається тільки їх надбудова [8]. Цей режим роботи забезпечує значно більшу стійкість апарата при сильному хвилюванні. Необхідність розробки БЕК такого класу обумовлена завданнями протимінної і протичовнової боротьби.

БЕК Sentry компанії QinetiQ (Велика Британія) (рис. 1) виконує задачі розвідки. Здатний нести різне навантаження. Керувати ним можна на відстані до 30 кілометрів. При цьому зовсім не обов'язково, щоб катер знаходився в полі зору оператора. БЕК має автопілот і можливість повністю автономного виконання запрограмованої місії. З метою забезпечення безпеки судноплавства катер можна налаштувати так, щоб він автоматично уникав певних районів плавання [11].

До класу Fleet відносять 11-метрові глисируючі БЕК. Вони забезпечують або помірну швидкість і невеликий запас ходу під час буксирування апаратури для пошуку мін, або високу швидкість і значний запас ходу під час виконання місій по боротьбі з підводними човнами, надводних військових операцій або ведення радіоелектронної боротьби [10]. Реконструкція під поставлену задачу можлива завдяки модульній побудові рушійної системи. БЕК класу Fleet можливо використовувати під керуванням екіпажу (в пілотованому режимі) завдяки швидкому демонтажу корисного навантаження.

БЕК Silver Marlin (рис. 8), розроблений компанією Elbit Systems (Ізраїль), входить до класу Fleet, здатний в автономному режимі патрулювати територію радіусом до 500 км. Призначення Silver Marlin може бути дуже різним. Це розвідка, спостереження і рекогносцировка, охорона транспортних суден від терористичної і піратської загрози, виявлення і ліквідація морських мін, пошуково-рятувальні операції [12].

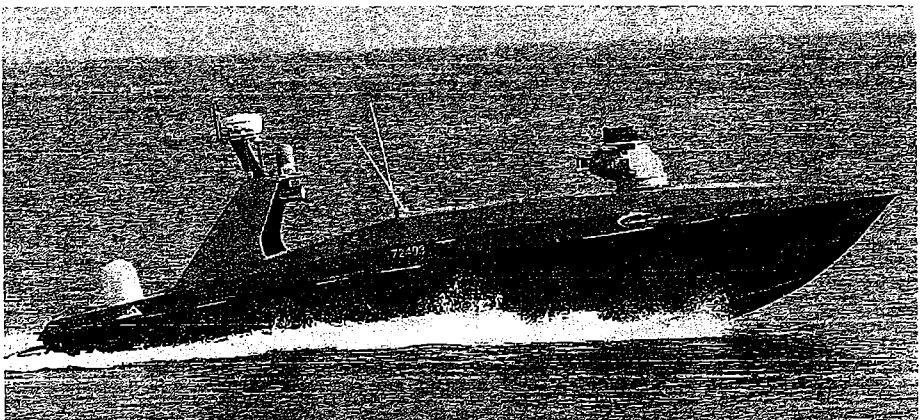


Рис. 8. Silver Marlin (Elbit Systems, Ізраїль)



Крім описаних основних чотирьох класів Національний науково-дослідний інститут оборони США (National Defense Research Institute – NDRI) додатково виділив ще 3 класи – E, F, G – для більших БЕК.

За ступенем автономності БЕК можна розділити на три категорії: дистанційно-керовані, напівавтономні та автономні. Дистанційно-керовані БЕК можна в свою чергу розділити на дві групи – безперервно керовані, коли абсолютно всі завдання здійснюються вручну, починаючи від планування траєкторії руху і закінчуючи безпосереднім виконанням поставленого завдання і поверненням на базу, і керовані системою управління БЕК, коли вона може самостійно пропонувати варіанти траєкторій, і при необхідності вказувати на помилки оператора, які можуть призвести до зіткнення з перешкодами, аварії внаслідок невірно розрахованого маневру і т.п. Очевидно, що в першому випадку навантаження на оператора максимальне, а контроль з боку системи управління БЕК відсутній.

У напівавтономних БЕК передбачено супервидимий режим керування, коли вся місія розбивається на автономно виконуючі підзадачі, запуск і контроль виконання яких здійснюється оператором. При виконанні бойового завдання, пов'язаного зі знищенням об'єктів противника, в систему управління БЕК надходить інформація від блоку розпізнавання противника типу «свій-чужий», проте підтвердження розпізнавання цілі і дозвіл нанесення удару здійснюється оператором.

Автономні БЕК виконують свою місію самостійно, у тому числі і в групі. При цьому рівень автономності членів групи може бути різним. Наприклад, в групі може бути визначений «лідер», який координує дії інших членів. Важливою особливістю автономних БЕК є можливість виконання завдання в умовах мінливої обстановки та повернення на базу в умовах повної відсутності зв'язку з командним пунктом [8].

**Висновки.** У результаті роботи проведено аналіз архітектурно-конструктивних особливостей безекіпажних надводних катерів. Наведено критерії, за якими здійснювалася класифікація, відповідно до яких можна точно провести збір статистичних даних БЕК.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Justin E. Manley. *Unmanned maritime vehicles, 20 years of commercial and technical evolution*. [Electronic resource]// OCEANS 2016 MTS/IEEE Monterey. – 2016. – 01 December. – Available at: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7761377>
2. Jon Skillings. *Qinetiq's Sentry is one stealthy boat*. [Electronic resource]. – 2007. – 01 September. – Available at: [https:// www.cnet.com/news/qinetiqs-sentry-is-one-stealthy-boat](https://www.cnet.com/news/qinetiqs-sentry-is-one-stealthy-boat)
3. *Top future weapons of Israel*. [Electronic resource]. – Available at: [http://israelpalestine-speedy.blogspot.com/2012\\_03\\_01\\_archive.html](http://israelpalestine-speedy.blogspot.com/2012_03_01_archive.html)

4. *Raunekk. Learn About M-Hull Technolgy. [Electronic resource]. – 2009. – 29 November. – Available at: <http://www.brighthubengineering.com/seafaring/57366-learn-about-m-hull-technology>*
5. *Fleet-Class Common Unmanned Surface Vessel (CUSV), United States of Americ. [Electronic resource]. – Available at: <http://www.naval-technology.com/projects/fleet-class-common-unmanned-surface-vessel-cusv>*
6. *USSV-HS. [Electronic resource]. – Available at: [http://en.ruvsa.com/catalog/ussv\\_hs](http://en.ruvsa.com/catalog/ussv_hs)*
7. *Bonefish unmanned surface vesse. [Electronic resource]. – Available at: <http://saab.com/about-saab/sites/2015/pacific/products-on-display/naval1/bonefish>*
8. *U.S. Department of the Navy, The Navy Unmanned Surface Vehicle (USV) Master Plan. [Electronic resource]. – 2007. – 23 July. – Available at: <http://www.navy.mil/navydata/technology/usvmppr.pdf>*
9. *Stingray Unmanned Surface Vehicle (USV). Elbit Systems. [Electronic resource]. – Available at: <http://defense-update.com/products/s/stingray.htm>*
10. *Northrop grumman naval UxV developments. [Electronic resource]. – Available at: <http://www.navaldrones.com/Northrop-Grumman.html>*
11. *Британцы разработали беспилотный катер-невидимку. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.float.ru/news/2007-09-17-2.htm>*
12. *Израильский беспилотный катер «Silver Marlin». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://zonwar.ru/news4/news\\_642\\_Silver\\_Marlin.html](http://zonwar.ru/news4/news_642_Silver_Marlin.html)*

*Стаття надійшла до редакції 18.09.2017*

**Рецензенти:**

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Теорія та проектування судена» Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова **В.О. Некрасов**

доктор технічних наук, професор, професор кафедри Прикладної та вищої математики Чорноморського університету ім. Петра Могили **Л.М. Дихта**

УДК 62.83

Г.А. Мехтиев, Э.А. Гасанов

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ  
ЧАСТОТНО-УПРАВЛЯЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА  
СУДОВОГО ЯКОРНОГО УСТРОЙСТВА

*В статье рассмотрены вопросы, связанные с режимами работы частотно-управляемого электропривода судового якорного устройства. Выявлены возможности улучшения режимов работы электропривода, а также исключение режима короткого замыкания электродвигателя при отрыве якоря от грунта.*

*Ключевые слова: судно, якорное устройство, асинхронный двигатель, частота вращения, преобразователь частоты.*

*У статті розглянуті питання, пов'язані з режимами роботи частотно-керованого електроприводу судового якорного пристрою. Виявлені можливості поліпшення режимів роботи електроприводу, а також виключення режиму короткого замикання електродвигуна при відриві якоря від ґрунту.*

*Ключові слова: судно, якорний пристрій, асинхронний двигун, частота обертання, перетворювач частоти.*

*In paper the questions connected with operating regime of vessel's anchor gear frequency-controlled electric drive are considered. Possibilities of enhancement of electric drive operating regimes, and also exception of electric drive short circuit situation are revealed in time of anchor sallying.*

*Keywords: vessel, anchor gear, induction motor, rate speed, frequency converter.*

**Постановка проблемы.** В настоящее время электроприводы якорно-швартовных механизмов с многоскоростным асинхронным электродвигателем не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к современному электрооборудованию. Проведенные исследования показывают, что управление электродвигателем якорно-швартовного устройства с помощью частотных преобразователей может дать технические и экономические преимущества устройству [5; 6].

Учитывая вышеуказанное, в статье рассмотрены задачи улучшения напряженного режима работы электроприводов якорного устройства. Известно, что назначением электроприводов якорных устройств является выбор якорной цепи и подъем якоря. Травление якоря происходит с помощью специального электрогидравлического тормоза.

**Целью статьи** является определение возможности исключения режима короткого замыкания (остановка под током) частотно-управляемого асинхронного двигателя якорного устройства при отрыве якоря от грунта.

**Изложение основного материала исследования.** На рисунке 1 показана нагрузочная диаграмма электродвигателя во время выбора якорной цепи [2; 3]. После включения электропривода якорного устройства, в течение времени  $t_1$  (I этап) выбирается часть якорной цепи, лежащей на грунте. В это время, за счет силы действия электропривода, судно начинает движение в сторону якоря. Так как на этом этапе выбирается свободно свисающая часть цепи, то момент  $M_{c1}$  на валу электродвигателя, а также частота вращения  $n_1$  остаются неизменными.

На втором этапе ( $t_2$ ) судно продолжает движение в сторону якоря, и момент сопротивления  $M_{c2}$  на валу электродвигателя растет в функции времени. Вследствие этого растет ток нагрузки электродвигателя и снижается частота вращения. В конце второго этапа носовая часть судна располагается примерно над местом закладки якоря.

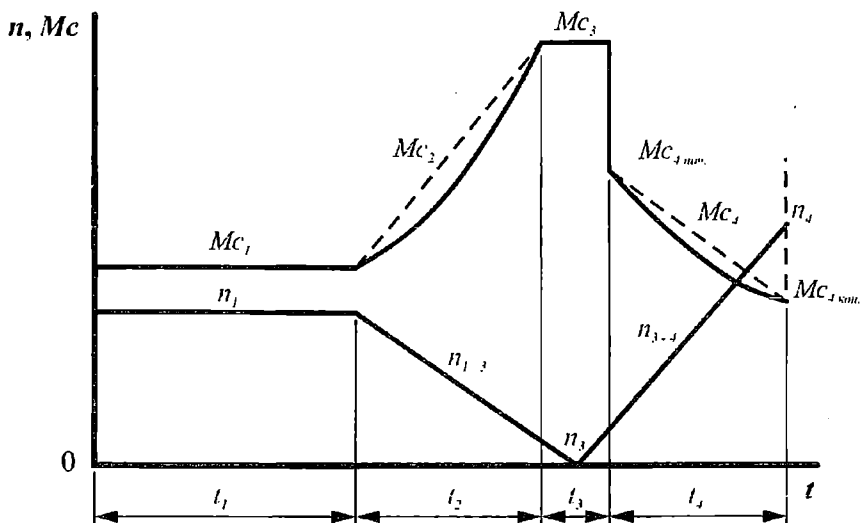
В течение времени  $t_3$  (III этап) под действием электропривода и движения судна, вследствие инерции, якорь отрывается от грунта. На этом этапе момент сопротивления  $M_{c3}$  на валу электродвигателя принимает большое значение, и в течение малого времени электродвигатель ( $n_3 = 0$ ) работает в режиме короткого замыкания.

Так как этот этап является кратковременным, и электродвигатель выпускается в специальном исполнении (способным выдерживать короткое замыкание в течение 30 сек.), он выдерживает этот режим.

На четвертом этапе, в течение времени  $t_4$ , происходит подъем якоря. Тяговое усилие определяется массой якоря и цепи. На этом этапе момент  $M_{c4}$  на валу электродвигателя постепенно снижается, а скорость вращения увеличивается, и процесс съемки с якоря заканчивается.

Рассматривая процесс съемки с якоря, можно отчетливо увидеть, что режим работы электродвигателя якорного устройства изменяется в широком диапазоне. Из нагрузочной диаграммы, изображенной на рисунке 1, видно, что электродвигатель в течение малого времени останавливается под нагрузкой (режим короткого замыкания). Вследствие этого ток, потребляемый электродвигателем из сети, превышает номинальный ток в 5-7 раз [4].

Следует отметить, что в случае применения частотных преобразователей, предложенных для управления электроприводом якорного устройства, возможно избежать перехода электродвигателя в режим короткого замыкания (остановки под нагрузкой).



*Рис. 1. Нагрузочная диаграмма электродвигателя во время выбирания якорной цепи*

Конечно же, невозможно уменьшить момент сопротивления, возникающий при отрыве якоря от грунта, однако можно увеличить максимальный момент, создаваемый электродвигателем, путем изменения закона управления частотными преобразователями.

Для доказательства вышеуказанного используем параметры рабочей обмотки (2-ой обмотки) трехскоростного электродвигателя, наиболее часто применяемого на судах для электропривода якорного устройства.

Тип двигателя: МАП 622-4/8/16. Здесь 4, 8, 16 число полюсов обмоток, соответствующих высокой, средней и низкой скоростям. Соответственно, мощности обмоток:  $P_{ii} = 28/36/10$  кВт; номинальная скорость вращения  $n_{ii} = 1445/670/315$  об/мин. Находим параметры обмотки средней скорости ( $2P = 8$ ). Перегрузочная способность обмотки

$$\lambda_2 = \frac{M_{\max 2}}{M_{n2}} = 2,4. \quad (1)$$

Номинальный момент, создаваемый обмоткой

$$M_{2n} = 9,81 \frac{975 \cdot P_{2n}}{n_{2n}} = 9,81 \frac{975 \cdot 36}{670} = 514 \text{ Нм}. \quad (2)$$

Номинальное скольжение двигателя при работе данной обмоткой

$$S_{2n} = \frac{n_{02} - n_{n2}}{n_{02}} = \frac{750 - 675}{750} = 0,106. \quad (3)$$

Соответственно находим критическое скольжение

$$\begin{aligned} S_{2кр} &= S_{2н} (\lambda_2 \pm \sqrt{\lambda_2^2 - 1}) = \\ &= 0,106 \cdot (2,4 \pm \sqrt{2,4^2 - 1}) = 0,106 \cdot (2,4 + 2,18) = 0,48. \end{aligned} \quad (4)$$

Максимальный (критический) момент, создаваемый обмоткой

$$M_{2кр} = \lambda_2 \cdot M_{2н} = 2,4 \cdot 514 = 1233,6 \text{ Нм}. \quad (5)$$

При частотном управлении электродвигателем якорного устройства использована только обмотка средней скорости ( $2P = 8$ ), далее будет проверена её способность обеспечивать необходимые режимы.

Например, рассмотрим регулирование скорости полупроводниковым преобразователем частоты широтно-импульсной модуляцией только обмотки средней скорости (второй обмотки) двигателя МАП-622. Такие частотные преобразователи обеспечивают регулирование скорости электродвигателя в 20-30 раз ниже и в 1,5-2 раза выше номинальной. Выясним возможность избегания режима короткого замыкания при отрыве якоря от грунта путем применения частотного преобразователя для управления обмоткой ( $2P = 8$ ).

Как известно, при применении частотного метода управления для сохранения постоянства перегрузочной способности асинхронного двигателя (на всех этапах управления), наряду с изменением частоты тока, подаваемого на двигатель, необходимо также изменять его напряжение. Постоянство перегрузочной способности асинхронного двигателя обеспечивается, если отношение критических (максимальных) моментов двигателя во всех режимах равно отношению соответствующих статических моментов нагрузки, т.е.

$$M_{ст.и} / M_{ст.н} = M_{max.и} / M_{max.н}, \quad (6)$$

где  $M_{ст.и}$  и  $M_{max.и}$  – соответственно, статический момент, создаваемый механизмом и максимальный момент электродвигателя во время регулирования.

$M_{ст.н}$  и  $M_{max.н}$  – значения статического и максимального момента при номинальной частоте вращения.

Если пренебречь активным сопротивлением статорной обмотки асинхронного электродвигателя, то его максимальный (критический) момент будет равен

$$M_{max} = \frac{m_1 U_1^2}{2C_1 \omega_c X_k} = K \frac{U_1^2}{f_1^2}, \quad (7)$$

где  $K = \frac{m_1 P^2}{8C_1 \pi^2 L_k}$  – постоянная величина;

$L_k$  – индуктивность короткого замыкания;

$P$  – число пар полюсов двигателя.

Из курса Теории электропривода известно, что статический момент сопротивления многих механизмов зависит от угловой скорости ( $\omega$ ) двигателя, передающего вращательное движение механизму.

$$M_{cm} = M_0 + (M_n - M_0)^\alpha, \quad (8)$$

где  $M_0$  – независимая часть момента статического сопротивления от угловой скорости.

$\alpha$  – показатель степени зависимости момента статического сопротивления от угловой скорости. Для основной части механизмов  $\alpha = 0-2$ .

Если не учитывать  $M_0$ , формулу (8) можно записать в следующем виде:

$$M_{cm} = C\omega^\alpha = C_1 f_i^\alpha, \quad (9)$$

где  $C$  и  $C_1$  – постоянные величины.

Нужно заметить, что момент статического сопротивления якорного устройства остаётся неизменным при изменении угловой скорости  $M_{cm} = const$  и для такого случая ( $\alpha = 0$ ) напряжения изменятся прямо пропорционально с частотой.

В этом случае можем записать

$$U_{li}/U_n = f_i/f_n; \quad (10)$$

$$U_i = U_n \Phi_i, \quad (11)$$

Отсюда  $\Phi_i = f_i/f_n$  – относительное изменение частоты тока, подаваемого на двигатель.

Известно, что при изменении частоты тока, будет изменяться синхронная скорость поля статора  $\omega_c$  и индуктивные сопротивления обмоток двигателя.

Выразим их через соответствующие значения при номинальных параметрах питающей сети.

Вращающийся магнитный поток статора

$$\omega_{cn} = \frac{2\pi f_n}{P}; \quad \omega_{cf} = \omega_{cn} \Phi. \quad (12)$$

Реактивное сопротивление короткого замыкания двигателя

$$X_{\kappa} = X_{\kappa n} \varphi. \quad (13)$$

Формула критического скольжения при переменной частоте имеет вид

$$S_{\kappa p \cdot f} = \pm \frac{C_1 r_2'}{\sqrt{r_1^2 + X_{\kappa}^2 \varphi^2}}. \quad (14)$$

Если здесь сопротивление статора принять  $r_1 = 0$ , то при изменении частоты критическое скольжение и упрощенная формула Клосса будут иметь вид

$$S_{\kappa p \cdot f} = \pm \frac{C_1 r_2'}{\varphi X_{\kappa}} = \frac{S_{\kappa p}}{\varphi}; \quad (15)$$

$$M_f = \frac{2M_{\kappa p}}{\frac{s}{S_{\kappa p \cdot f}} + \frac{S_{\kappa p \cdot f}}{s}}; \quad (16)$$

Если подставить формулу (15) в формулу Клосса (16), получим новое выражение для изменения напряжения и частоты [4]

$$M_f = \frac{2M_{\kappa p}}{\frac{S_{\varphi}}{S_{\kappa p}} + \frac{S_{\kappa p}}{S_{\varphi}}}. \quad (17)$$

Используя формулу (17) для рабочей обмотки асинхронного двигателя типа МАП-622, построим механическую характеристику, образующуюся при разных значениях частоты.

Регулирование ведётся уменьшением частоты тока, начиная с номинального, сохранив при этом номинальное значение напряжения (380 В).

Максимальный (критический) момент двигателя прямо пропорционален квадрату напряжения и обратно пропорционален квадрату частоты  $M_{\kappa p} \equiv U^2/f^2$ . Поэтому для построения механических характеристик при уменьшенных значениях частоты необходимо вычислять новый максимальный момент. Для построения механических характеристик использована формула (17).

1.



$$U = U_{н} = 380 \text{ В}, f_{н} = 50 \text{ Гц} \quad \varphi = \frac{f}{f_{н}} = \frac{50}{50} = 1, \quad M = \frac{2M_{кр}}{\frac{S_{\varphi}}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S_{\varphi}}},$$

$$M_{кр1} = \frac{M_{кр \cdot n}}{\varphi^2} = \frac{1233,6}{1^2} = 1233,6 \text{ Нм}, \quad (18)$$

$$M = \frac{2M_{кр1}}{\frac{S_{\varphi}}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S_{\varphi}}} = \frac{2 \cdot 1233,6}{\frac{S \cdot 1}{0,48} + \frac{0,48}{S \cdot 1}}$$

2.

$$U = U_{н} = 380 \text{ В}, f = 0,8 f_{н} = 0,8 \cdot 50 = 40 \text{ Гц}, \quad \varphi = \frac{f}{f_{н}} = \frac{40}{50} = 0,8,$$

$$M = \frac{2M_{кр2}}{\frac{S_{\varphi}}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S_{\varphi}}}, \quad M_{кр2} = \frac{M_{кр \cdot n}}{\varphi^2} = \frac{1233,6}{0,8^2} = 1927,5 \text{ Нм}, \quad (19)$$

$$M = \frac{2M_{кр2}}{\frac{S_{\varphi}}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S_{\varphi}}} = \frac{2 \cdot 1927,5}{\frac{S \cdot 0,8}{0,48} + \frac{0,48}{S \cdot 0,8}}$$

3.

$$U = U_{н} = 380 \text{ В}, f = 0,7 f_{н} = 0,7 \cdot 50 = 35 \text{ Гц}, \quad \varphi = \frac{f}{f_{н}} = \frac{35}{50} = 0,7,$$

$$M = \frac{2M_{кр3}}{\frac{S_{\varphi}}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S_{\varphi}}}, \quad M_{кр3} = \frac{M_{кр \cdot n}}{\varphi^2} = \frac{1233,6}{0,7^2} = 2517,5 \text{ Нм}, \quad (20)$$

$$M = \frac{2M_{кр3}}{\frac{S_{\varphi}}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S_{\varphi}}} = \frac{2 \cdot 2517,5}{\frac{S \cdot 0,7}{0,48} + \frac{0,48}{S \cdot 0,7}}$$

4.

$$U = U_{н} = 380 \text{ В}, f = 0,6 f_{н} = 0,6 \cdot 50 = 30 \text{ Гц},$$

$$\varphi = \frac{f}{f_{н}} = \frac{30}{50} = 0,6, \quad M = \frac{2M_{кр4}}{\frac{S_{\varphi}}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S_{\varphi}}},$$

$$M_{кр4} = \frac{M_{кр \cdot n}}{\varphi^2} = \frac{1233,6}{0,6^2} = 3426,6 \text{ Нм}, \quad (21)$$

$$M = \frac{2M_{кр4}}{\frac{S_{\varphi}}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S_{\varphi}}} = \frac{2 \cdot 3426,6}{\frac{S \cdot 0,6}{0,48} + \frac{0,48}{S \cdot 0,6}}$$

С помощью программы MATLAB/Simulink и формулы (18)-(21) произведен расчет механических характеристик двигателя при различных частотах питающего тока (см. таблицу 1 и рисунок 2).

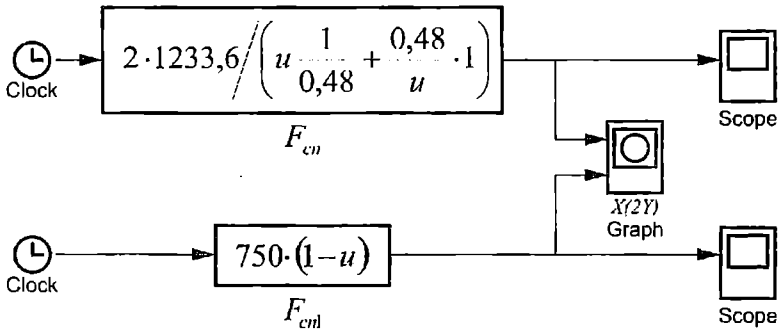


Рис. 2. Расчет естественной механической характеристики с помощью программы MATLAB / Simulink, обмотки средней скорости ( $2P = 8$ ) асинхронного электродвигателя типа МАП-622-4/8/16

На рисунке 3 изображены механические характеристики обмотки средней скорости ( $2P = 8$ ) асинхронного электродвигателя типа МАП-622-4/8/16.

Как видно из таблицы и механической характеристики (см. рис. 3) максимальный момент двигателя с уменьшением частоты увеличивается. Например, при  $f = 30$  Гц,  $M_{\max} = 3426,6$  Нм, который в 2,77 раз больше максимального момента при  $f = 50$  Гц.

$$\frac{M_{\max}(f = 30 \text{ Гц})}{M_{\max}(f = 50 \text{ Гц})} = \frac{3426,6}{1233,6} = 2,77. \quad (22)$$

Произведем небольшой расчет для определения частоты тока, при которой без остановки электродвигателя якорь отрывается от грунта. Значение отрывной силы зависит от характера сцепления якоря с грунтом и в конкретных случаях является трудно определяемым.

Статистические исследования позволяют считать силу подрыва заиленного якоря Холла равной его двойному весу  $2G_{\text{я}}$ . Тогда отрывная сила на ключе может быть вычислена [1]

$$F_{\text{отр}} = 0,87[2G_{\text{я}} + (G_{\text{я}} + qh)]. \quad (23)$$

где  $G_{\text{я}}$  – вес якоря, Н;

$q$  – вес одного метра якорной цепи;

$h$  – глубина стоянки на якорю, м.

Таблиця 1

Результаты расчета механических характеристик двигателя  
при различных частотах питающего тока

Параметры	Значения	S									
		0	0,05	0,1	0,3	0,4	0,48	0,6	0,7	0,8	1
$U = U_n = 380\text{В}$ , $f = f_n = 50\text{Гц}$ , $\varphi = \frac{f}{f_n} = 1$ , $M_{\text{max1}} = 1233,6\text{Нм}$	$M_1$ , Нм	0	254	493	1111	1215	1233,6	1203	1152	1091	963
	$n$ , об./мин.	750	712	675	525	450	390	300	225	150	0
$U = U_n = 380\text{В}$ , $f = 0,8f_n = 40\text{Гц}$ , $\varphi = \frac{f}{f_n} = 0,8$ , $M_{\text{max2}} = 1927,5\text{Нм}$	$M_2$ , Нм	0	319	625	1542	1784	1871	1927,5	1908	1853	1701
	$n$ , об./мин.	600	570	540	420	360	312	240	180	120	0
$U = U_n = 380\text{В}$ , $f = 0,7f_n = 35\text{Гц}$ , $\varphi = \frac{f}{f_n} = 0,7$ , $M_{\text{max3}} = 2517,5\text{Нм}$	$M_3$ , Нм	0	363	719	1851	2237	2363	2504	2517,5	2488	2363
	$n$ , об./мин.	525	498	472	367	315	273	210	157	105	0
$U = U_n = 380\text{В}$ , $f = 0,6f_n = 30\text{Гц}$ , $\varphi = \frac{f}{f_n} = 0,6$ , $M_{\text{max4}} = 3426,6\text{Нм}$	$M_4$ , Нм	0	426	843	2253	2741	2966	3294	3392	3426,6	3343
	$n$ , об./мин.	450	427	405	315	270	234	180	135	90	0

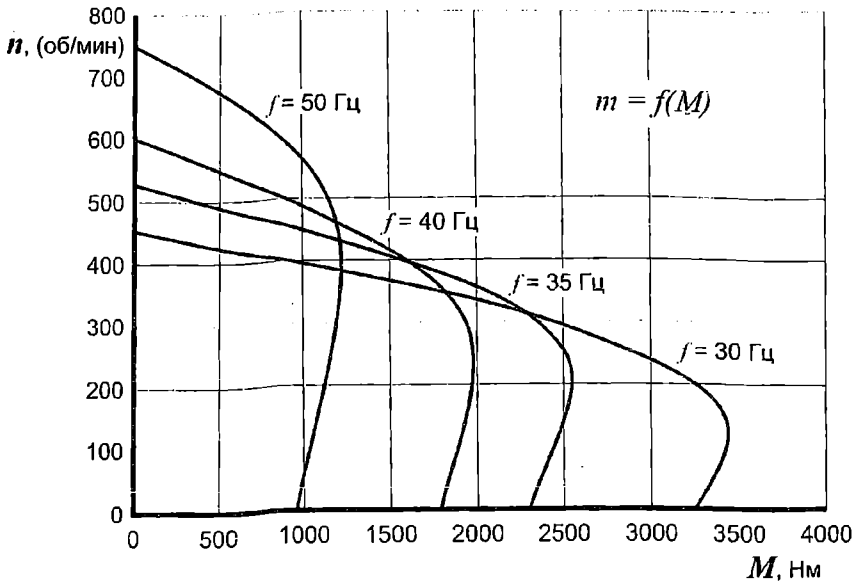


Рис. 3. Механические характеристики обмотки средней скорости ( $2P = 8$ ) асинхронного электродвигателя типа МАР-622-4/8/16 для значений частот  $f = 50, 40, 35$  и  $30$  Гц

Приведенный здесь в качестве примера электродвигатель типа МАП 622-4/8/16 установлен в электроприводе якорного устройства на танкерах типа «Апшерон» Азербайджанской Республики.

Вес якоря на этих судах  $G_{я} = 2500$  кг.

Вес одного метра якорной цепи  $q = 51,62$  кг.

Глубину стоянки принимаем  $h = 100$  м.

Отрывная сила на клюзе этих судов

$$F_{отп} = 0,87[2G_{я} + (G_{я} + qh)] = 0,87[2 \cdot 2500 + (2500 + 51,62 \cdot 100)] = 0,87[500 + 7662] = 11016 \text{ кг}$$

или

$$F_{отп} = 9,81 \cdot 11016 = 108067 \text{ Н.}$$

Отрывная сила на звездочке якорного устройства

$$F_{зв} = \frac{F_{отп}}{\eta_{кл}} = \frac{108067}{0,7} = 154381 \text{ Н,}$$

где  $\eta_{кл}$  – КПД клюза.

Момент на валу електродвигателя якорного устройства

$$M_{\text{злдо}} = \frac{F_{\text{зо}} D_{\text{зо}}}{2K\eta_{\text{як}}}, \quad (24)$$

где  $D_{\text{зо}}$  – диаметр якорной звездочки,  $D_{\text{зо}} = 0,7$  м.

$\eta_{\text{як}}$  – КПД якорного устройства совместно с редуктором.

$\eta_{\text{як}} = 0,65-0,8$ , принимаем  $\eta_{\text{як}} = 0,7$ .

$K$  – передаточное число редуктора якорного устройства,  $K = 80$ .

$$M_{\text{злдо}} = \frac{F_{\text{зо}} D_{\text{зо}}}{2K\eta_{\text{як}}} = \frac{154381 \cdot 0,7}{2 \cdot 80 \cdot 0,7} = \frac{108067}{112} = 965 \text{ Нм}.$$

Как видно из результатов данного расчета момент сопротивления на валу электродвигателя при отрыве якоря от грунта ( $M_{\text{ом}} = 965$  Нм) почти в 2 раза больше, чем номинальный момент электродвигателя ( $M_{\text{н}} = 514$  Нм).

Если еще учесть при отрыве якоря от грунта увеличение потери напряжения на кабеле, питающего электродвигатель, то момент еще ощутимей уменьшится, так как момент асинхронного двигателя зависит от квадрата напряжения  $M_{\text{АД}} \equiv U^2$ .

Как видно из таблицы отрыв якоря от грунта без остановки двигателя может осуществляться, начиная с частоты тока 40 Гц, где максимальный момент двигателя в 1,56 раз больше, чем максимальный момент при 50 Гц.

**Заключение.** Проведенные расчеты показали, что при применении частотных преобразователей для управления электродвигателем якорного устройства, к преимуществам частотного управления электроприводом добавляется ещё и возможность исключения перехода электродвигателя в режим короткого замыкания при отрыве якоря от грунта.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабаев А.М., Ягодин В.Я. Автоматизированные судовые электроприводы. – М.: Транспорт, 1986. – 477 с.
2. Мехтиев Г.А., Гасанов З.А., Шабанов Т.Г. Судовые автоматизированные электроприводы. – Баку: Нурлан, 2005. – 358 с.
3. Судовые электроприводы: Справочник. – Л.: Судостроение, 1983. – Т. 2. – 384 с.
4. Чекунов К.А. Теория судового электропривода. – Л.: Судостроение, 1982. – 336 с.

5. Султанов Э.Ф., Гасанов Э.А. Управление электроприводом якорного устройства с помощью частотных преобразователей // Проблемы энергетики: Научн. изд. – № 3.– Баку, 2014. – С. 65-77.
6. Султанов Э.Ф., Гасанов Э.А. Основные преимущества управления электроприводом якорного устройства с помощью частотных преобразователей // Научн. труды Азербайджанской Государственной Морской Академии. – № 2. – Баку, 2015. – С. 201-208.

*Стаття надійшла до редакції 25.09.2017*

**Рецензент** – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри «Суднова електроавтоматика» Азербайджанської державної морської академії **С.Т. Ахмедова**

УДК 620:178.3

А.В. Коноплев, П.И. Греченко, Н.И. Чередарчук, В.О. Сологуб

### ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ КРИВОЙ УСТАЛОСТИ ПРИ НАПРЯЖЕНИЯХ, БЛИЗКИХ К ПРЕДЕЛУ ВЫНОСЛИВОСТИ

*Рассмотрена проблема построения наклонного участка кривой много-циклового усталости, состоящего из двух частей. Показано, что существующие методы построения нижней части кривой не предусматривают использование экспериментальных данных, а являются экстраполяцией её верхней части с использованием иного уравнения кривой усталости. Предложено нижнюю часть кривой усталости строить с учётом экспериментальных данных, полученных при испытаниях по методу «вверх-вниз». Проведена экспериментальная проверка предложенного подхода на образцах из конструкционной стали.*

**Ключевые слова:** кривая усталости, долговечность до разрушения, предел выносливости.

*Розглянута проблема побудови похилої ділянки кривої багатоциклової втоми, що складається з двох частин. Показано, що існуючі методи побудови нижньої частини кривої не передбачають використання експериментальних даних, а є екстраполяцією її верхньої частини з використанням іншого рівняння кривої втоми. Запропоновано нижню частину кривої втоми будувати з урахуванням експериментальних даних, отриманих при випробуваннях за методом «вгору-вниз». Проведена експериментальна перевірка запропонованого підходу на зразках з конструкційної сталі.*

**Ключові слова:** крива втоми, довговічність до руйнування, границя витривалості.

*The problem of construction of sloping area of the crooked multisequencing tiredness, two-piece, is considered. It is shown that the existent methods of construction of underbody a curve do not envisage the use of experimental data, and are extrapolation of her overhead part with the use of another equalization of the crooked tiredness. It is suggested to build the underbody of the crooked tiredness taking into account experimental data, got at tests on a method «upwards-downward». The experimental checking offered approach is conducted for standards from construction steel.*

**Keywords:** curve of tiredness, longevity to destruction, limit of endurance.

**Введение.** Кривые многоциклового усталости традиционной формы представляются в виде ломаной линии, состоящей из наклонного и горизонтального участков.

Точка перелома (пересечения) этих участков определяет переход из области разрушения в область неограниченной долговечности. В действительности этот переход не может быть столь резким, следовательно, участок кривой усталости вблизи предела выносливости не соответствует реальной зависимости долговечности и напряжения.

Из трёх наиболее распространённых моделей кривой усталости (показательного, степенного и Вейбулла) лишь уравнение Вейбулла даёт плавный переход из области разрушения в область неразрушения, поскольку является асимптотическим. При этом следует заметить, что в области малых долговечностей это уравнение хуже соответствует опытным данным, что в итоге приводит к снижению коэффициента корреляции при аппроксимации результатов эксперимента. Один из путей решения данной проблемы предложен в работах [1-2]. В частности, было предложено левую ветвь кривой усталости принимать в виде двухзвенной кривой (рис. 1) [2]. При этом была решена задача по определению точки пересечения  $A$  двух частей наклонного участка кривой усталости, т.е. были определены координаты  $\lg \sigma_{II}$  и  $\lg N_{II}$ .

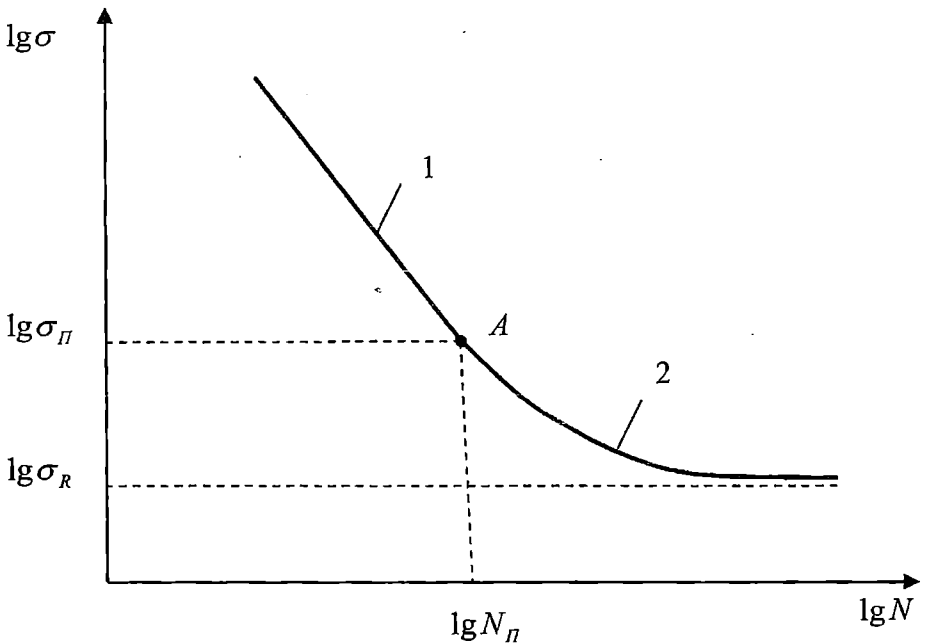


Рис. 1. Схема представления составной кривой усталости в координатах  $\lg \sigma - \lg N$

Рассмотренный подход можно отнести к расчётно-экспериментальному методу построения кривой усталости, наклонный участок кото-



рой состоит из двух частей: 1 – прямолинейная часть, подчинённая степенному уравнению; 2 – криволинейная, подчинённая уравнению Вейбулла. При этом считается, что полная кривая усталости является индивидуальной, т.е. она построена по результату испытаний одного объекта при стационарной нагрузке.

Недостатком рассмотренного подхода к построению составной кривой усталости является то, что она не может быть построена исключительно по экспериментальным данным, поскольку такие данные при напряжениях, близких к пределу выносливости определить практически невозможно по той простой причине, что часть испытанных объектов при таких напряжениях просто не разрушится. Кроме того, как было отмечено выше, рассмотренный подход касается построения индивидуальных, а не средневероятных кривых усталости.

**Целью статьи** является разработка способа экспериментального построения наклонной части средневероятной кривой усталости состоящего из двух участков.

**Изложение основного материала.** При экспериментальном построении средневероятной кривой многоциклового усталости объектов (образцов, моделей, реальных деталей или конструкций) чаще всего используют метод испытаний на сопротивление усталости с постоянными амплитудами напряжения цикла. Он предполагает проведение испытаний нескольких групп объектов при различных значениях амплитуды напряжения цикла в диапазоне напряжений от предела выносливости до границы малоциклового участка. Как правило, испытывают по 15 и более объектов при четырёх и более уровнях напряжений, при этом самый нижний уровень нагрузки принимают на 15-20 МПа выше ожидаемого предела выносливости. Таким образом, наклонный участок кривой усталости экстраполируют в область больших долговечностей до пересечения его с горизонтальным участком, соответствующем пределу выносливости.

В работе [3] был рассмотрен вопрос о влиянии выбора минимального уровня напряжений на положение наклонного участка кривой усталости. Для уменьшения этого влияния было предложено строить его с учётом экспериментальных данных, полученных при испытании объектов по методу «вверх-вниз», которые, как известно, используются только для оценки средневероятного значения предела выносливости и его распределения. Для построения наклонного участка кривой усталости эти результаты испытаний в виде конкретных долговечностей разрушившихся объектов и соответствующих напряжений использовать некорректно, поскольку это приведёт к искусственному искажению картины распределения долговечностей вблизи предела выносливости (за счёт выбора наименее прочных объектов из общего их количества). Чтобы исключить такой вариант, было предложено провести дополнительные испытания неразрушившихся объектов.

Для рассмотрения сути этого подхода и возможности его использования для построения составного наклонного участка кривой усталости обратимся к методике испытаний объектов по методу «вверх-вниз». Ниже, на рисунке 2 представлена схема испытаний при круговом изгибе 30 гладких образцов из стали 45 согласно этому методу и таблица 1 с результатами их испытаний при трёх уровнях переменных напряжений, превышающих предел выносливости [3].

На схеме чёрные точки соответствуют случаю, когда объект разрушился, а очерченные контуром – случаю, когда объект не разрушился.

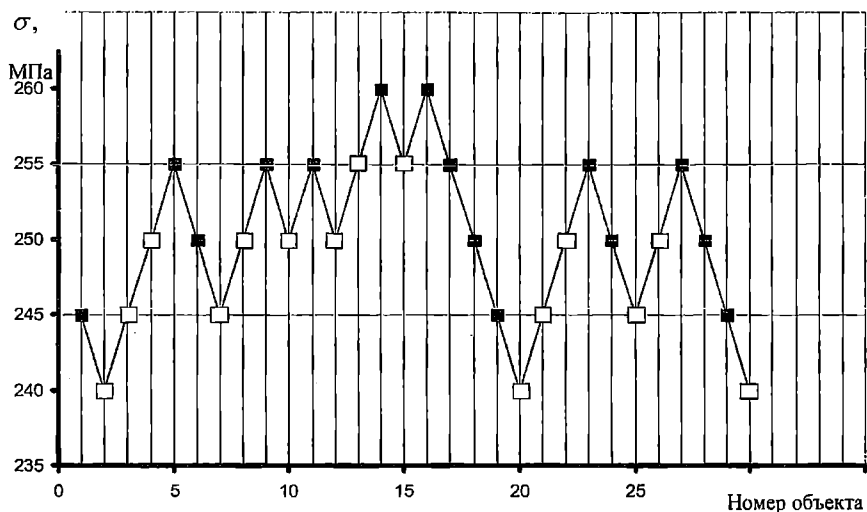


Рис. 2 Схема испытаний по методу «вверх-вниз»

Таблица 1

Номер п/п	$\sigma$ , МПа	$N$ , Цикл.	$\lg \sigma$	$\lg N$
1	300	72200	2,477	4,859
2	300	86200	2,477	4,936
3	300	98300	2,477	4,993
4	300	113300	2,477	5,054
5	300	199200	2,477	5,299
6	285	206800	2,455	5,316
7	285	206800	2,455	5,316
8	285	299100	2,455	5,476
9	285	308900	2,455	5,490
10	285	394400	2,455	5,596
11	270	336600	2,431	5,527
12	270	362400	2,431	5,559
13	270	547100	2,431	5,738
14	270	602600	2,431	5,780
15	270	703600	2,431	5,847

В результате обработки данных, приведенных в табл. 1, получаем  $m_1 = 18,10$ ;  $C = 49,81$ . Предел выносливости, определённый с помощью метода «вверх-вниз», оказался равным  $\bar{\sigma}_R = 250$  МПа.

Объекты, неразрушившиеся при базовом числе циклов ( $N_0 = 10^7$ ), подвергнем повторным испытаниям при стационарной нагрузке. При этом уровень напряжений каждого объекта будем увеличивать ступенчато относительно первоначально принятого, согласно приведенной схеме до тех пор, пока он не разрушится. Правомерность проведения повторных испытаний теоретически обоснована тем, что накопление усталостных повреждений происходит только при нагрузках, превышающих предел выносливости. Возможным проявлением эффекта тренировки пренебрегаем, поскольку, во-первых, напряжения испытаний незначительно отличаются от предела выносливости, и, во-вторых, база испытаний не велика.

Параметры степенного уравнения, описывающего верхнюю часть наклонного участка кривой усталости, определим при помощи метода наименьших квадратов по данным, приведенным в табл. 1. Для построения нижней её части воспользуемся зависимостью, полученной из условия постоянства коэффициента вариации логарифма долговечности до разрушения [4]

$$\frac{\lg N_i - \lg \bar{N}}{\lg \bar{N}} = \frac{\lg N_{Gi} - \lg \bar{N}_G}{\lg \bar{N}_G}, \quad (1)$$

где  $N_i$  – долговечность до разрушения  $i$ -ого объекта;

$\bar{N}$  – долговечность до разрушения  $i$ -ого объекта по средневероятной кривой усталости;

$N_{Gi}$  – долговечность  $i$ -ого объекта на уровне напряжений, соответствующих пределу выносливости;

$N_G$  – абсцисса точки перелома средневероятной кривой усталости.

С помощью зависимости (1) пересчитаем все значения долговечностей  $N$  (с учётом дополнительных), полученные при испытаниях по методу «вверх-вниз» и приведенные в работе [3], на уровень предела выносливости. Результаты расчёта представлены в табл. 2.

Таблиця 2

Номер образца	$\sigma$ , МПа	$N_i$ , цикл.	$\lg N_{Gi}$	Номер образца	$\sigma$ , МПа	$N_i$ , цикл.	$\lg N_{Gi}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	245	4503000	6,492	16	255	1000000	6,149
2	245	3672000	6,406	17	255	1125000	6,201
3	245	2141000	6,177	18	255	1590000	6,355
4	245	2897000	6,305	19	255	1097000	6,190
5	245	1206000	5,934	20	255	2396000	6,538
6	245	2980000	6,317	21	255	1348000	6,282
7	250	1615000	6,208	22	255	2716000	6,593
8	250	1155000	6,063	23	255	1206000	6,232
9	250	1337000	6,126	24	255	1809000	6,413
10	250	1069000	6,029	25	255	1556000	6,346
11	250	1457000	6,163	26	255	866000	6,085
12	250	1215000	6,085	27	260	1834000	6,580
13	250	1848000	6,267	28	260	1004000	6,305
14	250	2109000	6,324	29	260	1020000	6,312
15	255	1420000	6,305	30	260	982000	6,295

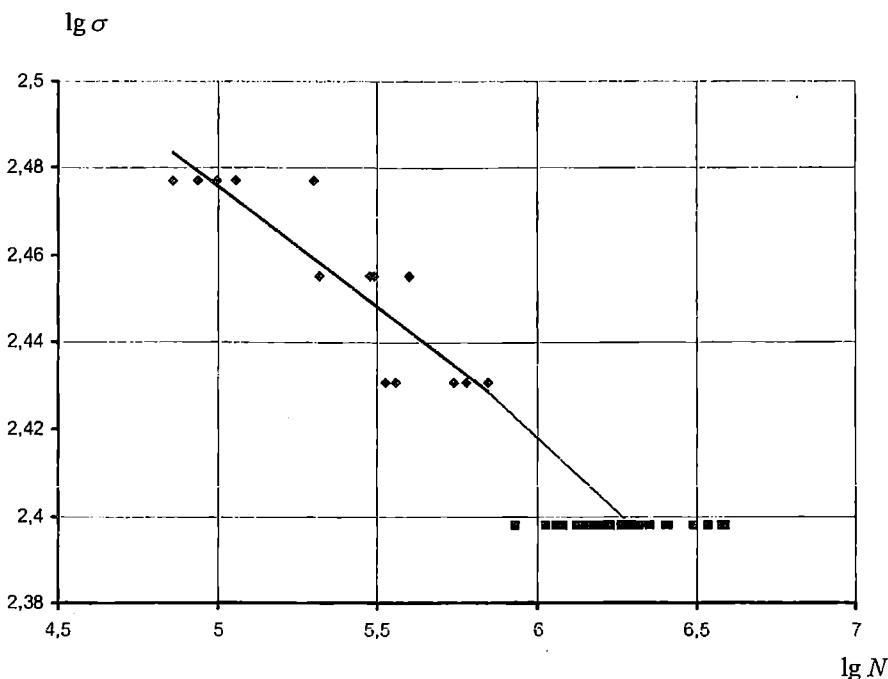
Полученные результаты дают возможность построить нижнюю часть наклонного участка кривой усталости по двум парам значений  $\lg N$  и  $\lg \sigma$ . Учитывая, что кривая усталости непрерывна, верхние значения  $\lg N_1$  и  $\lg \sigma_1$  определим из степенного уравнения кривой усталости по параметрам верхней её части, принимая значение напряжения, соответствующее самому нижнему уровню нагрузки, т.е.  $\sigma_1 = 270$  МПа

$$\lg N_1 = C - m \lg \sigma = 49,81 - 18,1 \lg 270 = 5,802. \quad (2)$$

Нижнее значение  $\lg \sigma_2$  примем равным логарифму предела выносливости  $\lg \sigma_R$ , а значение  $\lg N_2$  определим как среднее арифметическое значений  $\lg N_{Gi}$ , приведенных в табл. 2.

$$\lg N_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \lg N_{Gi}. \quad (3)$$

Таким образом,  $\lg N_2 = 6,269$ . Параметры нижней части кривой усталости составили  $m_2 = 14,15$ ;  $C_2 = 40,20$ . Кривая усталости с составным наклонным участком в логарифмической системе координат представлена на рис. 3.



*Рис. 3. Кривая усталости с составным наклонным участком в логарифмической системе координат*

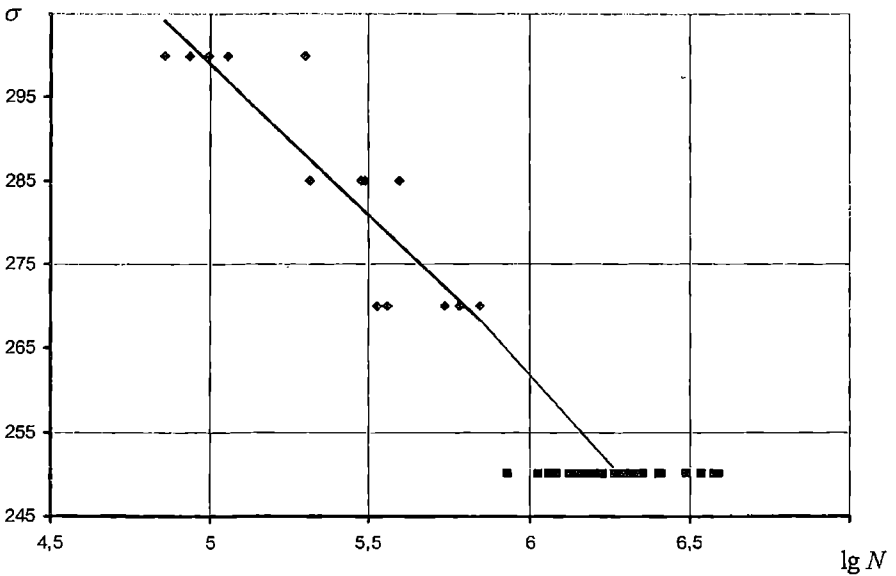
С целью проведения сравнительного анализа представим кривую усталости с составным наклонным участком в полулогарифмической системе координат. В этом случае оба её участка будут описываться показательным уравнением вида

$$\frac{\sigma}{k} + \lg N = C_{II}, \quad (4)$$

где  $k$  и  $C_{II}$  – параметры.

В результате расчёта параметры верхней части наклонного участка кривой усталости оказались равными  $k_1=36,33$  МПа;  $C_{II}=13,23$ .

По аналогии со степенным уравнением определим параметры  $k_2$  и  $C_{II2}$  показательного уравнения. Они соответственно составили 52,63 МПа и 11,02. Кривая усталости с составным наклонным участком в полулогарифмической системе координат представлена на рис. 4.



Из рисунков 3 и 4 видно, что положения верхней и нижней частей наклонных участков кривых усталости различны. Во втором случае различие наклонов гораздо меньше, что объясняется логарифмической сеткой координат.

Обращает на себя внимание тот факт, что в сравнении с кривой усталости, изображённой на рис. 1, кривые усталости на рис. 3 и 4 увеличивают свой наклон при переходе к нижней части. Считать это закономерностью пока нет оснований. Однако ясно, что величина относительного наклона зависит, в том числе, и от уравнения кривой усталости.

### Выводы

1. Разработан способ построения двухзвенного наклонного участка кривой усталости, основанный на использовании опытной информации, полученной путём доламывания неразрушившихся объектов.
2. Проведена экспериментальная его проверка на образцах, изготовленных из конструкционной стали, подтвердившая возможность строить наклонный участок кривой усталости по результатам эксперимента без экстраполяции кривой усталости в область больших долговечностей.

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Олійник М.В., Омельченко Ю.М., Немчук О.О. *Конструкційна міцність деталей за результатами випробувань і розрахунків.* – Одеса: Астропринт, 1999. – 150 с.
2. Олейник Н.В. Кобаков А.Г. *Оперативная оценка сопротивления усталости материалов и деталей.* – Одесса: Астропринт, 1998. – 142 с.
3. Коноплёв А.В., Стариков М.А. *О некоторых аспектах построения кривых усталости // Вісник ОНМУ.* – 2006. – № 20. – С. 150-159.
4. Коноплёв А.В. *О двух вариантах расчётного определения долговечности до разрушения // Вісник ОНМУ.* – 2009. – № 28. – С. 88-93.

*Стаття надійшла до редакції 20.09.2017*

**Рецензенти:**

кандидат технічних наук, доцент Одеського національного політехнічного університету **С.А. Зелінський**

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

УДК 656.614.071: 629.047

А.О. Балобанов, И.М. Петров, М.Я. Постан

**МЕТОД ОБОСНОВАНИЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ  
СТРАХОВАНИЯ РИСКА СЮРВЕЙЕРСКОЙ КОМПАНИИ  
В ПОРТУ**

*Предложен метод обоснования страхования риска, возникающего при осмотре сюрвейерской компанией состояния генерального груза перед его погрузкой на судно. Осмотр груза основан на методах статистического выборочного контроля определения дефектных единиц груза. Оценивается значение выигрыша сюрвейера при двух тактиках его поведения: при страховании риска и отказе от страхования. Критерий целесообразности страхования основан на нахождении такого плана выборочного контроля груза, который обеспечивает максимум среднего выигрыша сюрвейера при вероятностно-гарантированном сравнении значений выигрыша для обеих тактик. Задача сведена к решению некоторой нелинейной задачи целочисленной оптимизации.*

**Ключевые слова:** порт, состояние груза, план выборочного обследования, дефект, риск сюрвейера, страхование риска.

*Запропоновано метод обґрунтування страхування ризику, що виникає при обстеженні сюрвейерською компанією стану генерального вантажу перед його навантаженням на судно. Догляд вантажу засновано на методах статистичного вибіркового контролю визначення дефектних одиниць вантажу. Оцінюється значення виграшу сюрвейера при двох тактиках його поведінки: при страхуванні ризику та при відмові від страхування. Критерій доцільності страхування засновано на знаходженні такого плану вибіркового контролю вантажу, який забезпечує максимум середнього виграшу сюрвейера при ймовірно-гарантованому порівнянні значення виграшу для обох тактик. Задача зведена до рішення деякої задачі дискретної оптимізації.*

**Ключові слова:** порт, стан вантажу, план вибіркового обстеження, дефект, ризик сюрвейера, страхування ризику.

*The method is proposed for risk insurance arising under examination by surveying company (surveyor) of general cargo technical state before its loading on a ship. Examination is based on the methods of statistical sampling theory for the purpose of defected units determination. That is, from general set of cargo units a part of them has been choosing for providing the total control by the surveyor. In such situation the surveyor faces the risk of lot of defected cargo units among those which were out the total control. For this risk reduction the value of surveyor's profit is evaluated for two kinds of decision making: (1) risk insurance and (2) rejection of this risk insurance.*



*Criterion of insurance expediency is based on determination of such sample plan that maximizes mean surveyor's profit under probabilistic comparison of profit for both kinds of decision making. The determination of sample plan is reduced to a discrete non-linear optimization problem.*

*Keywords: port, state of cargo, sample plan, defect of cargo, surveyor risk, risk insurance.*

### **Постановка проблемы и анализ литературных источников.**

Порт, как логистический центр или ключевое звено логистической цепи, является местом возникновения векторов-интересов субъектов международной морской торговли, участников цепей поставок. Иначе говоря, в порту сталкиваются коммерческие интересы этих субъектов (т.е. грузовладельцев, стивидорных компаний, транспортных компаний и др.). Решения коллизионных проблем возможны как путем применения законодательных и договорных норм, так и посредством приемов коммерческого характера, что в конечном итоге, приводит к мирному урегулированию. Этот путь обеспечивает сохранение стабильности в цепи поставок. Однако, когда возникновение коллизий становится на практике регулярным, субъекты цепи вынуждены искать способы их предотвращения. Эффективным методом решения этой проблемы является учет и контроль рисков, а также способы и приемы защиты от негативных их последствий. Совокупность организационных и научных методов снижения последствий или избегания рисков событий в последнее время получило название «управление рисками».

Строго говоря, риск всегда носит характер потенциальной возможности, материальны же его имущественные последствия. Управлять тем, что еще только может случиться, возможно, либо ничего не делая, либо по «винтикам» разбирая транспортный процесс и «смазывая» каждый из них. В морском бизнесе подобная тактика практически невозможна. Поэтому здесь управляют возможными последствиями рисков ситуаций, предотвращая либо уменьшая их через сюрвейерский, страховой или иной сервис [1].

Часто в портовой практике при переходе права владения на груз от одного субъекта хозяйствования к другому (например, от железной дороги к оператору портового терминала, от портового оператора к судовладельцу-перевозчику и др.) могут возникать определенные риски убытков от потерь и повреждений груза, а также ответственности его владельца (например, при воздействии опасного груза на транспорт третьего лица). Нередки и конфликты с клиентурой, связанные с техническим состоянием груза (дефектами), его количественными и качественными характеристиками. Возможные риски ответственности за сохранность груза при его перевозке, перегрузке и хранении в значительной мере определяются качеством выполнения соответствующим субъектом своих профессиональных обязанностей. Например, в деятельности оператора портового терминала могут возникать различные риски, связанные с тех-

ническим состоянием груза, принимаемого от наземного транспорта и погружаемого на судно. Оператор не в состоянии организовать проверку всей грузовой партии, поэтому он несет риск ответственности перед грузовладельцем-фрахтователем за погрузку на борт судна дефектных единиц груза (если речь идет о тарно-штучных грузах). Этот риск оператор уменьшает, привлекая сюрвейерскую компанию, которая призвана его снизить за счет тщательного обследования определенной части груза и предоставления точной информации оператору в сюрвейерском акте. Иными словами, стивидор заранее знает о дефектах грузовой партии и может либо действовать аккуратнее обычного, либо прямо заявить о снятии с себя ответственности за дефектную часть. Проблема снижения указанного риска различными организационно-экономическими методами является весьма актуальной для теории и практики морского бизнеса.

Отметим, что в целом нужно различать риски ответственности портового оператора (стивидора) за груз перед грузовладельцем либо экспедитором (представляющим грузовладельца) и риски профессиональной ответственности сюрвейера перед лицом, нанявшим его для оценки состояния груза. Они взаимосвязаны, но совершенно различны по юридической природе. Поэтому стивидор не может «переложить» свой риск на сюрвейера. Он может и должен получить от сюрвейера информацию о состоянии груза и использовать ее для снижения своего риска. Страховщики по своей юридической природе призваны принимать на себя риски страхователей. Вместе с тем, и стивидор, и др. участники грузового бизнеса должны застраховать свои риски, причем для сюрвейера это будет страховое покрытие «профессионального» риска, то есть ошибки в ненадлежащей оценке состояния груза.

Поскольку выполнение технологических операций по приему, хранению и перегрузке груза в порту носит потоковый, массовый характер, то здесь возникает определенная аналогия с массовым производством продукции на промышленном предприятии, где для контроля качества продукции давно и успешно используются методы статистического выборочного контроля (СВК) [2-4]. Однако в деятельности предприятий морского транспорта методы СВК пока еще не нашли должного применения, несмотря на то, что морское страхование имеет почти 200-летнюю историю [5]. Возможность применения этих методов для контроля качества перегружаемых в порту груза впервые была указана в [6], где приведен метод нахождения оптимального плана выборочного контроля груза сюрвейерской компанией при погрузке тарно-штучных грузов на судно. Дальнейшее развитие этого подхода приведено в [7; 8]. Однако в цитируемых работах не рассматривалась возможность снижения рисков ответственности сюрвейерской компании за погрузку дефектного груза с помощью страхования. Отметим попутно, что проблема страхования рисков, связанных с профессиональной ответственностью субъектов хозяйствования на морском транспорте, пока еще мало исследована в специальной литературе по морскому и транспортному страхованию. Из

немногочисленных работ в этом направлении можно отметить, например, работу [9], где приведен метод оценки целесообразности страхования риска повреждения контейнеров при их погрузке-выгрузке на портовом терминале. В работе [10] предложен метод оценки целесообразности страхования риска повреждения причала от навала судов при их швартовке, основанный на методах теории массового обслуживания.

**Цель и задачи исследования.** Целью данной работы является дальнейшее развитие результатов работ [6-8] в направлении разработки метода оценки целесообразности страхования риска ответственности сюрвейерской компании в порту. Указанный риск заключается в возможной погрузке на судно некоторого числа дефектных грузовых единиц, несмотря на предварительное выборочное обследование всей грузовой партии на предмет наличия в ней дефектных единиц тарно-штучного груза. Т.е. риск сюрвейера в предоставлении неточной информации порождает риск стивидора при погрузке-выгрузке.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) дать формализованное описание процедуры выборочного контроля грузовой партии, погружаемой на судно, в терминах теории СВК;
- 2) оценить основные виды затрат сюрвейерской компании, связанные с организацией выборочного контроля, включая затраты в связи с риском слишком большого числа необнаруженных дефектных единиц груза, погруженных на судно;
- 3) выразить указанные затраты через искомые переменные – объемы выборочного контроля состояния груза;
- 4) сформулировать ограничения, накладываемые на план выборочного контроля;
- 5) сформулировать соответствующую задачу стохастической оптимизации плана выборочного контроля;
- 6) сформулировать критерий целесообразности страхования риска слишком большого размера дефектных единиц груза, погруженного на судно.

**Изложение основного материала.** Рассмотрим портовый терминал, на котором производится погрузка тарно-штучных грузов (или контейнеров) на судно. Перед началом погрузки груза на судно фрахтователь (а также и перевозчик) должен располагать по возможности объективной информацией о техническом состоянии груза. Это связано с тем, чтобы он ограничил свою ответственность за сохранность груза в течение рейса, поскольку в порту выгрузки он должен сдать груз грузополучателю в надлежащем состоянии.

С целью получения указанной выше информации перевозчик может прибегнуть к услугам независимой сюрвейерской компании, которая осуществляет выборочный контроль состояния грузовых единиц. По итогам обследования сюрвейером груза капитан судна, а также представители сторон договора перевозки, получают соответствующий отчет,

который содержит сведения об обнаруженных дефектах груза и является официальным документом при взаиморасчетах перевозчика с грузополучателем. В связи с тем, что в условиях временных и финансовых ограничений полное обследование сюрвейером всего погружаемого на судно груза не представляется возможным, то здесь возникает ситуация, сходная с той, при которой используются методы СВК [2-4].

В описанной ситуации возникает риск профессиональной деятельности сюрвейера, связанный с погрузкой на борт судна слишком большого числа дефектных грузовых единиц вследствие невозможности проведения более тщательного и полного обследования технического состояния всего груза. Если сюрвейер решает вопрос о возможном страховании своего риска по данной грузовой партии, то перед ним встает дилемма: страховать или не страховать ему этот риск?

Приведем формализованное описание процедуры выборочного контроля состояния груза в терминах теории СВК.

Пусть на портовом терминале для погрузки на судно имеется  $R$  типов тарно-штучных грузов в количествах соответственно  $N_1, N_2, \dots, N_R$ . Известно, что вероятность того, что произвольно выбранная грузовая единица  $r$ -го типа окажется в неудовлетворительном (дефектном) состоянии, равна  $p_r$ . Вероятность может быть определена путем обработки большого числа статистических данных за прошлый период времени. В теории СВК обычно распределение числа дефектных изделий  $r$ -го типа  $D_r$  в партии из  $N_r$  изделий принимается биномиальным, т.е.

$$\mathbf{P}\{D_r = k\} = C_{N_r}^k p_r^k q_r^{N_r - k}, k = 0, 1, \dots, N_r, \quad (1)$$

где  $q_r = 1 - p_r$ . Это допущение является следствием предположения (гипотезы) о независимых друг от друга проверках изделий (единиц груза) на наличие у них дефекта.

Для нахождения статистических (ожидаемых) оценок реализаций случайных величин  $D_1, D_2, \dots, D_r$  (которые также будем считать независимыми друг от друга) сюрвейерской компанией производится обследование части грузовых единиц. Пусть  $n_r$  означает число грузовых единиц груза  $r$ -го типа, подлежащих полному обследованию (т.е.  $n_r$  – это объем выборки) считаем гипергеометрическим при условии, что  $D_r = k$ , т.е.

$$\mathbf{P}\{d_r = i | D_r = k\} = \frac{C_k^i C_{N_r - k}^{n_r - i}}{C_{N_r}^{n_r}}, k = 0, 1, \dots, N_r; i = 0, 1, \dots, \min(n_r, k). \quad (2)$$

В [2] показано, что безусловное распределение случайной величины  $d_r$  также является биномиальным, т.е.

$$\mathbf{P}\{d_r = k\} = C_{n_r}^k p_r^k q_r^{n_r - k}, k = 0, 1, \dots, n_r. \quad (3)$$

Из (1), (2) находим совместное распределение зависимых случайных величин  $D_r$  и  $d_r$  (опуская промежуточные вычисления)

$$\mathbf{P}\{D_r = k, d_r = i\} = C_{N_r - n_r}^{k-i} p_r^k q_r^{N_r - k}, k = 0, 1, \dots, N_r; i = 0, 1, \dots, \min(k, n_r).$$

Отметим, что  $D_r - d_r$  есть случайное число погруженных на борт судна груза  $r$ -го типа с дефектом. Именно это количество груза  $r$ -го типа с дефектом будет выгружено в порту назначения, и при наличии там сюрвейерской проверки, организованной грузополучателем, появляется риск перевозчика (а также и фрахтователя) за сдачу части груза в дефектном состоянии. Перевозчик рассчитывается за этот брак с грузополучателем, а затем выставляет счет сюрвейеру в порту погрузки в порядке так называемой регрессивной компенсации. Если за единицу груза  $r$ -го типа с обнаруженным в порту выгрузки дефектом перевозчик выплачивает штраф грузополучателю в размере  $\pi_r$ , то суммарный размер выплат составит величину

$$\sum_{r=1}^R \pi_r (D_r - d_r). \quad (4)$$

В конечном итоге, именно эту сумму должен бы выплатить сюрвейер фрахтователю в порту погрузки. Поэтому в данной ситуации сюрвейер может рассмотреть вопрос о целесообразности страхования своего риска, связанного с необходимостью понести расходы в размере (4). Если он решает страховать данный риск, то по договору о страховании он должен заплатить страховщику страховую премию в размере  $s$ . Кроме того, считаем, что в случае наступления страхового случая страховщик компенсирует сюрвейерской компании величину штрафа в размере (4). Однако проблема состоит в том, что на момент заключения договора о страховании величина (4) еще точно не известна, можно только оценить ее среднее (ожидаемое) значение и дисперсию. Поэтому здесь возникает риск, связанный с определением величины страховой премии  $s$ , которую страхователь платит страховщику при заключении договора о страховании. Естественно стремление страхователя не слишком завышать величину  $s$ , т.е. чтобы она не сильно отличалась от реального значения (4).

Оценим размер прибыли сюрвейерской компании, полученной в результате проведения обследования груза, с учетом и без учета страхования ею рассматриваемого риска. Если через  $\alpha_r$  обозначить прибыль, получаемую компанией за обследование единицы груза  $r$ -го типа, то в случае страхования прибыль компании составит

$$\Pi_{cmp} = \sum_{r=1}^R \alpha_r n_r - c. \quad (5)$$

В случае отказа от страхования прибыль сюрвейерской компании может составить

$$\Pi_{нстр} = \sum_{r=1}^R [\alpha_r n_r - \pi_r (D_r - d_r)]. \quad (6)$$

С учетом равенств (1), (3) из (6) вытекает, что математическое ожидание и дисперсия прибыли в случае отказа от страхования риска будут равны

$$M\Pi_{нстр} = \sum_{r=1}^R [\alpha_r n_r - \pi_r p_r (N_r - n_r)], \quad (7)$$

$$D\Pi_{нстр} = \sum_{r=1}^R \pi_r^2 p_r q_r (N_r - n_r). \quad (8)$$

Здесь мы учли следующее равенство (см. [6]):

$$D(D_r - d_r) = p_r q_r (N_r - n_r).$$

Естественно считать, что решение о страховании риска будет обосновано, если с высокой вероятностью будет выполнено условие (см. (5), (6))

$$\Pi_{нстр} = \sum_{r=1}^R [\alpha_r n_r - \pi_r (D_r - d_r)] < \Pi_{cmp} = \sum_{r=1}^R \alpha_r n_r - c.$$

Математически это условие записывается так:

$$\mathbf{P}\left\{\sum_{r=1}^R \pi_r (D_r - d_r) > c\right\} \geq 1 - \varepsilon,$$

или

$$\mathbf{P}\left\{\sum_{r=1}^R \pi_r (D_r - d_r) \leq c\right\} \leq \varepsilon, \quad (9)$$

где  $\varepsilon$  – заданная малая вероятность.

Применяя одну из модификаций неравенства Чебышева к (9) [11], с учетом (7), (8) найдем

$$P\left\{\sum_{r=1}^R \pi_r (D_r - d_r) \leq c\right\} \geq \frac{\left[\sum_{r=1}^R \pi_r p_r (N_r - n_r) - c\right]^2}{\left[\sum_{r=1}^R \pi_r p_r (N_r - n_r) - c\right]^2 + \sum_{r=1}^R \pi_r^2 p_r q_r (N_r - n_r)}$$

Учитывая (9), получим неравенство

$$\frac{1-\varepsilon}{\varepsilon} \left[ c - \sum_{r=1}^R \pi_r p_r (N_r - n_r) \right]^2 \leq \sum_{r=1}^R \pi_r^2 p_r q_r (N_r - n_r). \quad (10)$$

В портовой практике время, затрачиваемое на сюрвейерское обследование груза, всегда ограничено. Если производительность сюрвейеров при обследовании грузовых единиц  $r$ -го типа равна  $v_r$ , а для выборочного контроля выделено время  $T$ , то план выборочного контроля должен удовлетворять условию (при последовательном обследовании всех грузовых единиц)

$$\sum_{r=1}^R \frac{n_r}{v_r} \leq T \quad (11)$$

(считаем, что  $\sum_{r=1}^R \frac{N_r}{v_r} > T$ ).

Кроме того, на искомые переменные  $n_1, n_2, \dots, n_R$  накладываются естественные ограничения вида

$$1 \leq n_r \leq N_r, \quad r = 1, 2, \dots, R. \quad (12)$$

Таким образом, процедура определения целесообразности страхования риска при обследовании груза сводится к следующей задаче оптимизации: требуется найти такой план выборочного контроля  $(n_1, n_2, \dots, n_R)$  и значение страховой премии  $c$ , чтобы величина (5) приняла наибольшее значение и выполнялись условия (10)-(12).

Сформулированная задача оптимизации является нелинейной задачей частично целочисленного программирования, для ее решения можно использовать стандартные алгоритмы дискретной оптимизации [12].

**Выводы.** По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

- 1) в терминах СВК приведена формализация процедуры выборочного контроля состояния груза перед его погрузкой на судно;
- 2) выполнена оценка основных видов затрат сюрвейерской компании, связанных с реализацией процедуры СВК, в том числе затраты, касающиеся риска значительного количества дефектных единиц груза в необследованной совокупности;
- 3) сформированы целевые функция задачи СВК – выигрыши сюрвейерской компании при условии страхования ею риска и при отказе от страхования;
- 4) сформулированы ограничения, накладываемые на план выборочного контроля;
- 5) составлена задача стохастической оптимизации плана выборочного контроля груза, решение которой обосновывает целесообразность страхования риска сюрвейерской компанией, состоящего в том, что на судно погружено слишком много дефектных единиц груза;
- 7) полученные результаты позволяют рассмотреть более общую постановку задачи, включающую проверку состояния груза для судов, прибывающих на терминал в течение заданного интервала времени, а также учесть возможности управления грузовыми рисками как в договоре перевалки, так и в программах/договорах страхования;
- 8) рекомендовано грузовладельцам и стивидорам, страховщикам и сюрвейерам организовать создание научно обоснованных методик/ программ страхования рисков всех субъектов грузового процесса.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Балобанов А.О. *Организационно-правовые аспекты сюрвейерской деятельности [Текст]* / А.О. Балобанов. – Одесса: Феникс, 2010. – 28с.
2. Беляев Ю.К. *Вероятностные методы выборочного контроля [Текст]* / Ю.К. Беляев. – М.: Наука, 1975. – 407 с.
3. John P.W.M. *Statistical Methods in Engineering and Quality Assurance* / P.W.M. John [Text]. – New York: Wiley, 1990. – 188 p.
4. Juran J.M. and F.M. Gryna. *Quality Planning and Analysis, 3<sup>rd</sup> ed.* – 1993. – New York: McGraw-Hill. – 486 p.
5. Rose F.D. *Marine Insurance: Law and Practice, 2<sup>nd</sup> Ed.*, London: Informa Law, 2012.
6. Постан М.Я. *Об одном методе построения оптимального плана выборочного контроля состояния груза в порту [Текст]* / М.Я. Постан, И.В. Подчинок // *Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: Зб. наук. праць ОНМУ.* – 2004. – Вип. 7. – С. 5-17.



7. Подчинок И.В. Сравнительный анализ различных планов выборочного контроля состояния груза в порту [Текст] / И.В. Подчинок // Методи та засоби управління розвитком транспортних систем: Зб. наук. праць ОНМУ. – 2005. – Вип. 9. – С. 113-122.
8. Москвіченко І.М. Статистичні методи вибіркового контролю стану вантажу в порту [Текст] / І.М. Москвіченко, В.Г. Стаднік // Технологический аудит и резервы производства. – 2013. – № 5/3 (13). – С. 30-33.
9. Postan M.Ya. Method of Evaluation of Insurance Expediency of Stevedoring Company's Responsibility for Cargo Safety [Text] // M.Ya. Postan, O.O. Balobanov / Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. Methods and Algorithms in Navigation. A. Weintrit, T. Neumann (eds.). – Boca Raton-London-New York-Leiden: CRC Press, 2011. – P. 33-36.
10. Postan M.Ya. Method of Assessment of Insurance Expediency of Quay Structures' damage Risks in Sea Ports [Text] / M.Ya. Postan, M.B. Poizner // Marine Navigation and Safety of Sea Transportation. Maritime Transport and Shipping. A. Weintrit, T. Neumann (eds.). – Boca Raton-London-New York-Leiden: CRC Press, 2013. – P. 123-127.
11. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. Пер с англ. [Текст] / В. Феллер. – М.: Мир. 1984.
12. Саати Т. Целочисленные методы оптимизации и связанные с ними экстремальные проблемы: Пер. с англ. [Текст] / Т. Саати. – М.: Мир, 1973. – 302 с.

Стаття надійшла до редакції 17.08.2017

**Рецензенти:**

доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри «Підприємництво» Одеського національного морського університету  
**Г.С. Махуренко**

доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри «Морські перевезення» Національного університету «Одеська морська академія»  
**Л.Л. Николаєва**

УДК 656.615. (477)

М.Е. Перепичко

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОТОКОВЫХ ПРОЦЕССОВ  
В СИСТЕМЕ «ПОРТ-ПАРК»**

*Идентифицированы материальный и информационный поток в системе «порт – логистический индустриальный парк». Определено их согласование внутри системы для ситуаций движения материального потока в импортном и экспортном сообщении. Выявлено два информационных потока и влияние этих потоков на видоизменение материального потока.*

**Ключевые слова:** идентификация, потоковые процессы, поток, порт, индустриальный парк, система «порт – логистический индустриальный парк».

*Ідентифіковано матеріальний і інформаційний потік в системі «порт – логістичний індустріальний парк». визначено їх узгодження всередині системи для ситуацій руху матеріального потоку в імпортованому та експортному сполученні. Виявлено два інформаційних потоку і вплив цих потоків на видозміну матеріального потоку.*

**Ключові слова:** ідентифікація, поточкові процеси, потік, порт, індустріальний парк, система «порт – логістичний індустріальний парк».

*The material and information flow in the system «port – logistic industrial park» has been identified. Their coordination within the system is determined for situations of material flow in the import and export message. Two information flows and the influence of these flows on the modification of the material flow are revealed.*

**Keywords:** identification, flow processes, flow, port, industrial park, «port – logistic industrial park» system.

**Постановка проблемы.** Взаимодействие потоковых процессов в рассматриваемой системе «порт – логистический индустриальный парк» позволит решить вопрос повышения эффективности управления этими потоками на новой технологической основе в системе «порт – логистический индустриальный парк». Управление информационными потоками является средством управления материальными потоками, их формированием, перемещением, приемкой. Большинство недостатков и противоречий в практике управления материальными и информационными потоками порождено решениями, ориентированными на оптимизацию каждого из этих потоков в отдельности, причем по участкам их продвижения[1]. Для того чтобы, рассмотреть этот вопрос требуется идентификация потоковых процессов.

**Анализ основных исследований и публикаций.** Управление потоковыми процессами, выявление взаимодействия информационных потоков с материальными, выявление путей оптимизации потоковых процессов исследованы в научных трудах многих ученых [1; 2].

Бутрин А. [3] раскрывает в своих работах критерии управления взаимосвязанными потоковыми процессами на основе приема вариабельности.

Вопросами повышения эффективности логистического управления транспортным обслуживанием системы «металлургическое предприятие – порт» рассмотрены в работе Нефедовой Я.И. [4]. Также, вопросы оптимизации взаимодействия потоковых процессов в логистических транспортно-грузовых комплексах предприятий рассмотрены в работах Парунакян В.Э., Сизовой Е.И. [5]. В трудах Брынцева А. [6] например, рассматриваются одновременно три потока и внимание уделяется фрагментации между потоками. Исследования Каточкова В.М. [7] предлагают иной подход к взаимодействию основных логистических потоков, который основан на управлении потоками, циркулирующими в области четырех переменных: временном, пространственном, количественном, фазовом. В то же время в работе отмечается, что при оптимизации логистических систем ведущую роль играют информационные потоки.

В работе Миротина Л.Б. [8] утверждается, что информационные потоки являются главными движущими факторами управления в логистических системах по отношению к материальному. В трудах Пархотько А.В. [9] рассмотрены вопросы синтеза логистических информационных потоков морского порта и предложена усовершенствованная структура информационных потоков погрузо-разгрузочного процесса в логистической информационной системе порта.

Проанализировав все вышесказанное, можно сделать вывод, что вопрос идентификации потоковых процессов в системе «порт – логистический индустриальный парк» является актуальным и требует дальнейших исследований.

**Целью исследования** является идентификации потоковых процессов в системе «порт – логистический индустриальный парк».

**Основной материал исследования.** В рассматриваемой системе «порт – парк» могут быть выделены крупнено три потоковых процесса: материальный поток (далее контейнеропоток), информационный поток № 1 (опережающий контейнеропоток) и информационный поток № 2 (информация внутри системы «порт – парк»).

Рассмотрим детально контейнеропоток на каждом этапе прохождения.

В системе «порт – парк» материальный поток представляет собой контейнеропоток с сырьем, который поступает в порт, а затем в логистический индустриальный парк, вне зависимости от места его расположения, с разных судоходных линий с четким расписанием.

Логистический индустриальный парк производит готовую продукцию и может работать как на импортном, так и на экспортном сырье.

По сути принципиальная схема доставки может быть представлена так:

1. Порожние контейнера с контейнерного терминала компании-перевозчика доставляют на склад отправителя;

2. Отправитель своими силами или с помощью наемных рабочих штафирует контейнер;

3. Застафированный контейнер доставляется в порт погрузки;

4. Осуществляют погрузку контейнера на судно;

5. Перевозят морем в порт разгрузки судна;

6. Выгружают контейнер с судна на контейнерный терминал порта, а затем доставляют автотранспортом получателю груза (логистический индустриальный парк) или, если логистический индустриальный парк находится на территории порта, выгружают контейнер на контейнерный терминал логистического индустриального парка;

7. Доставляется контейнер с грузом получателю (логистическому индустриальному парку), который собственными силами обеспечивает его разгрузку;

8. Контейнер (если он не является собственностью грузоотправителя) возвращают в порт. Это то, что касается принятых импортных концентрированных полуфабрикатов с судоходной линии. Закупка упаковочного материала может быть произведена внутри страны и доставляться к логистическому индустриальному парку как железнодорожным транспортом, так и автотранспортом.

Движение контейнеропотока не может осуществляться без информационного потока. В данной ситуации два информационных потока:

- информационный поток № 1 – информация, предшествующая по времени движению контейнеропотока и осуществляемая экспедитором логистического индустриального парка;

- информационный поток № 2 – обмен информацией, возникающий непосредственно во время движения контейнеропотока и отображающий взаимоотношения между экспедитором логистического индустриального парка и портом.

Взаимоотношения между морским портом и логистическим индустриальным парком, находящимся на территории порта или на прилегающей к порту территории, будут строиться на договоре на перевалку и переработку грузов между портом и экспедитором логистического индустриального парка (экспедитором ЛИП).

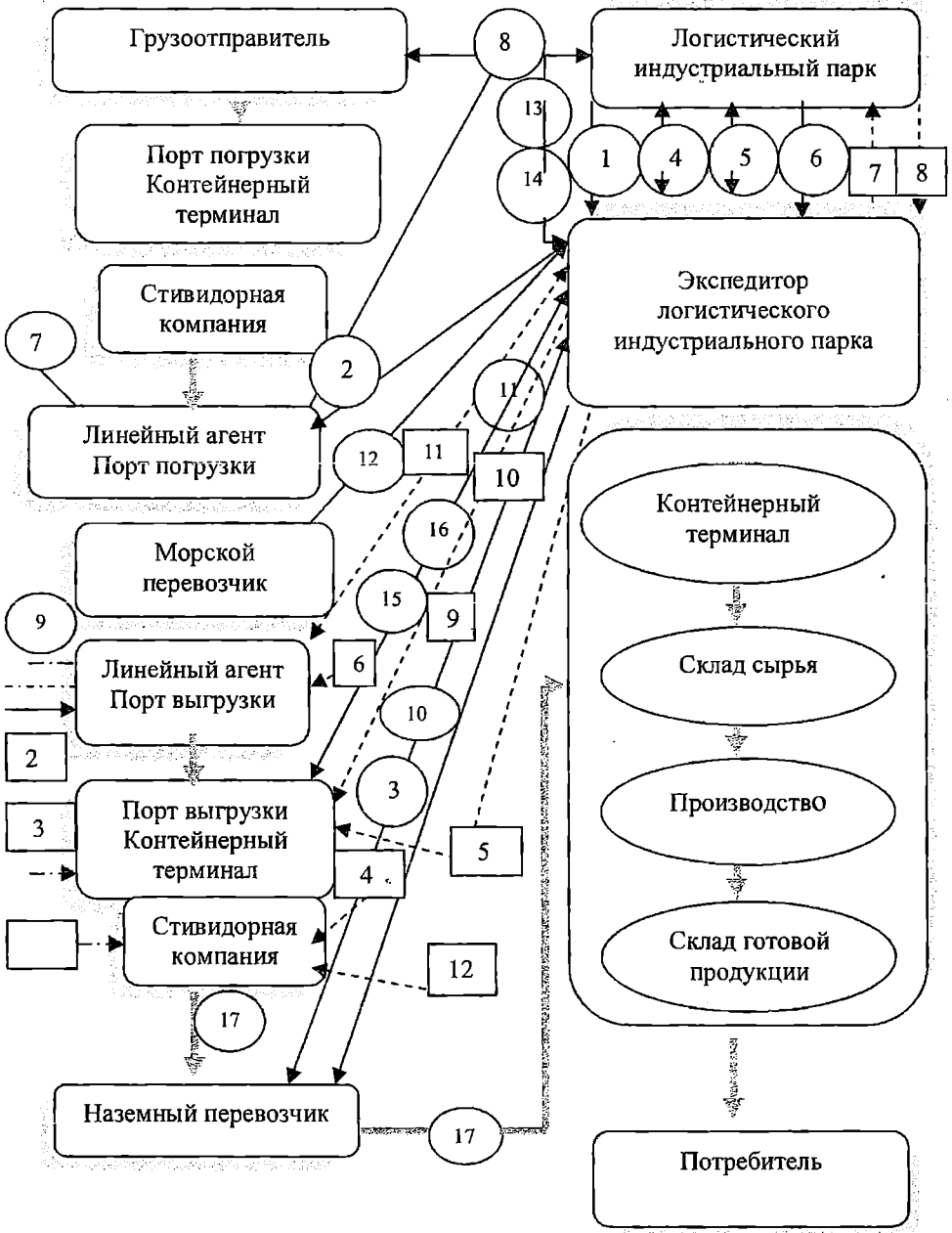
Этот договор не отражает договоренностей между грузовладельцем и экспедитором ЛИП. Ни одной из норм международного и национального законодательства не предусмотрены специальные правила и процедуры договорных отношений с портом. Поэтому проформа договора разрабатывается самим портом и предлагается экспедитору ЛИП.

Порт, в свою очередь, обязан по условиям договора принимать грузы от железной дороги и автомобильных перевозчиков, обеспечивать хранение и погрузку на суда контейнеров с экспортными грузами, а также аналогичные операции с импортными грузами в контейнерах, прибывших в порт на морских судах, определяя при этом места (причалы), где будут осуществляться операции по перегрузке контейнеров, вид судоходства, максимальная вместимость судов, суточные нормы погрузки и выгрузки контейнеров. А также портом осуществляется постанковка судна, заявленного в расписании, прием прибывших в порт автомобилей и передаваемых железной дорогой вагонов и выполнение всех необходимых организационно-технологических работ.

В обязанности экспедитора ЛИП, выступающего от имени логистического индустриального парка, входит: соблюдение плановой системы согласования объемов переработки контейнеров в порту и завоза их (по экспорту) или вывозу (по импорту), а также заключение договоров перевозки с перевозчиками отдельных видов транспорта и согласование графиков подачи транспорта и согласование графиков подачи транспортных средств в порт, оформление всех необходимых таможенных формальностей, обеспечение загрузки грузов в контейнеры массой брутто, не превышающей грузоподъемности контейнеров, делегирование в порт своих представителей, которые участвуют в приеме контейнеров портом от перевозчиков другого вида транспорта, оформление накладных железнодорожного и автомобильного транспорта, выдача порту экспортных поручений (с разрешающим штампом таможни) со всеми необходимыми для оформления коносаментов реквизитами, включая порядок рассылки перевозочных документов и вывоз контейнеров с территории порта.

Рассмотрим идентификацию потоковых процессов на примере доставки контейнеров на логистический индустриальный парк (импорт) рис. 1.

Материальный поток, изначально, представляющий собой сырье, попадая к грузоотправителю, трансформируется в контейнеропоток. Движение контейнеропотока происходит от порта погрузки до порта выгрузки и далее наземным транспортом до логистического индустриального парка, где опять видоизменится и по выходу из логистического индустриального парка представляет собой готовую продукцию.



*Рис. 1. Идентификация потоковых процессов в системе «порт-парк» на примере доставки импортных контейнеров*

Информационный поток № 1 носит опережающий характер, представляет собой предварительные сообщения о предстоящем прибытии груза и состоит из следующих сообщений:

- 1 Запрос на котировку ставки на перевозку и обработку груза содержит:
  - наименование груза;
  - загрузка 40 футовых и 20 футовых контейнеров или информация, по которой эту загрузку можно рассчитать;
  - пункт отправки, пункт назначения;
  - предпочтительный способ доставки груза до получателя: до двери, до порта, до железнодорожной станции;
  - предполагаемый объем каждой отдельной партии груза, ожидаемый объем перевозок в месяц/год;
  - дата ожидаемой отправки.
- 2 Запрос ставки морского фрахта.
- 3 Запрос ставки наземного перевозчика.
- 4 Котировка сквозной ставки на доставку груза.
- 5 Договор на транспортно-экспедиционное обслуживание.
- 6 Заявка на перевозку груза.
- 7 Заявка на отправление груза с реквизитами грузоотправителя.
- 8 Извещение о выделении и подаче порожних контейнеров с датой их прибытия под загрузку.
- 9 Извещение об ожидаемой дате прибытия судна (контейнеров).
- 10 Заявка наземному перевозчику на перевозку контейнеров.
- 11 Подтверждение наземного перевозчика.
- 12 Разрешение судоходной линии на получение контейнеров с терминала.
- 13 Запрос инструкций клиента.

- 14 Інструкція клієнта.
- 15 Разнарядка (інструкція на отгрузку груза).
- 16 Разрешение терминала на вывоз контейнера.

Информационный поток № 2 представляет собой информацию, поступающую параллельно материальному потоку:

- 1 Грузовой план (Перевозчик (линия) направляет стивидору).
- 2 Декларация о грузе (Агент линии направляет в таможеню).
- 3 Разрешение на выгрузку (Таможня выдает агенту линии).
- 4 Инструкция на выгрузку (Агент линии направляет стивидору).
- 5 Нотис о прибытии груза в порт (Агент направляет экспедитору ЛИП).
- 6 Список выгруженного груза (Стивидор направляет агенту линии).
- 7 Нотис о прибытии груза в порт (Экспедитор ЛИП направляет грузополучателю.)
- 8 Коносамент (оригинал) (Грузополучатель направляет экспедитору ЛИП для получения груза).
- 9 Импортная декларация (Экспедитор выполняет таможенные формальности).
- 10 Инструкция на транспортирование (Экспедитор ЛИП организует транспортирование от порта выгрузки до получателя).
- 11 Коносамент (оригинал) (Экспедитор ЛИП предъявляет агенту линии для получения груза).
- 12 Нотис об отгрузке груза (Экспедитор ЛИП предъявляет стивидору для отгрузки груза).

Рассмотрим работу логистического индустриального парка на экспортном сырье: идентифицируем потоковые процессы на примере доставки контейнеров на логистический индустриальный парк (рис. 2).



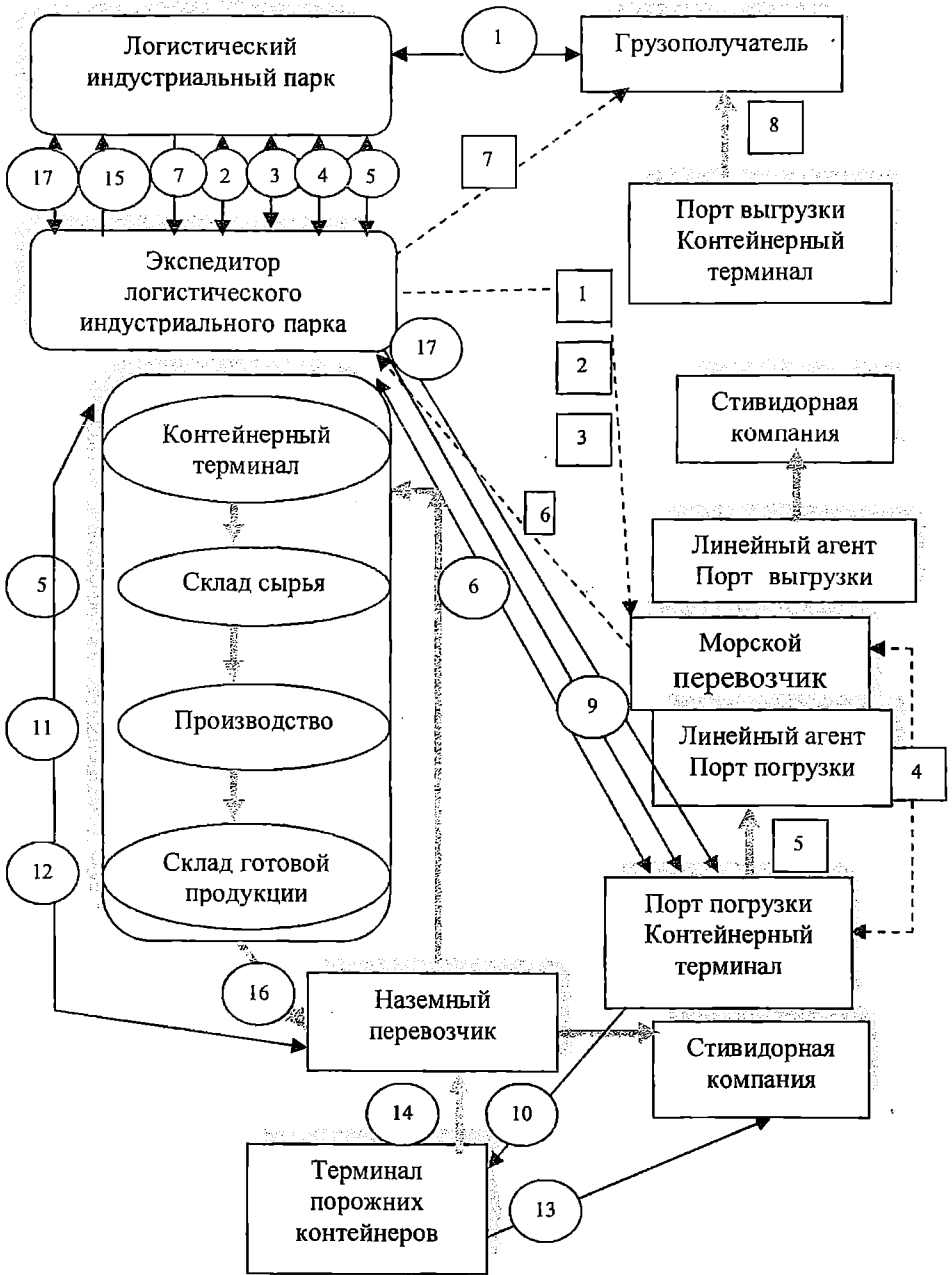


Рис. 2. Идентификация потоковых процессов в системе «порт-парк» на примере доставки экспортных контейнеров

Материальный поток, изначально, представляющий сырье, поступает на логистический индустриальный парк, а по выходе из «парка» готовая продукция модифицируется в контейнеропоток и наземным транспортом доставляется в порт погрузки.

Информационный поток № 1 состоит:

- 1 Договор, заключенный между логистическим индустриальным парком и грузополучателем.
- 2 Запрос ставки.
- 3 Направление формы заявки клиенту.
- 4 Ответ на вопросник (заявка клиента).
- 5 Договор с наземным перевозчиком.
- 6 Договор с контейнерным терминалом, если есть необходимость.
- 7 Котировка ставки с указанием транспортно-технологической схемы доставки груза после подтверждения клиента.
- 8 Согласование сроков и способа вывоза груза.
- 9 Заявка владельцу контейнеров на выделение порожних контейнеров.
- 10 Указание владельца контейнеров терминалу на выделение порожних контейнеров экспедитору.
- 11 Заявка наземному перевозчику на выполнение перевозки.
- 12 Подтверждение наземного перевозчика.
- 13 Извещение о выданных порожних контейнерах.
- 14 Перевозка порожних контейнеров.

- 15) Извещение о подаче порожних контейнеров.
- 16) Перевозка груженых контейнеров.
- 17) Извещение об отправке груженых контейнеров.

Информационный поток № 2 состоит из следующих информационных сообщений:

- 1) Резервирование места на морском судне и направление морскому перевозчику инструкций по оформлению грузовых документов.
- 2) Подтверждение морского перевозчика в приеме груза к перевозке.
- 3) Поручение на отгрузку экспортного груза агенту морской перевозки.
- 4) Договор между морским перевозчиком и контейнерным терминалом.
- 5) Погрузка на морское судно.
- 6) Выдача грузовых документов.
- 7) Извещение клиента об отгрузке груза на экспорт.
- 8) Выгрузка груза в порту назначения и выдача его получателю.

Идентификация потоковых процессов непосредственно внутри логистического промышленного парка не рассматривались, потому что, это по сути вопросы, соответствующие уровню внутрипроизводственной логистики, а это выходит за рамки данного исследования.

**Выводы.** Таким образом, идентификация материальных и информационных потоков в системе «порт – логистический промышленный парк» позволила определить их согласование внутри системы. Для ситуаций движения материального потока в импортном и экспортном сообщении было выявлено два информационных потока и влияние этих потоков на видоизменения материального потока.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1. Аникин Б.А., Тяпухин А.П. *Коммерческая логистика: Учебник.* – М.: ТК Велби; Проспект, 2006. – 432 с.

2. Моисеева Н.К. Экономические основы логистики: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 528 с.
3. Бутрин Алексей Критерии управления взаимосвязанными потоковыми процессами / А. Бутрин // Логистика. – 2001. – № 4.
4. Нефедова Я.И. Логистическое управление транспортным обслуживанием системы «металлургическое предприятие – порт» в режиме реального времени / Я.И. // Вестник Приазовского государственного технического университета. – 2007. – №17. – С. 204-208.
5. Парунакян В.Э. К вопросу формирования логистических цепей в транспортно-грузовых системах металлургических предприятий / В.Э. Парунакян, Е.И. Сизова // Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту: Зб. наук. пр. – Маріуполь, 2006. – Вып. 16. – С. 220-226.
6. Брынцев А. Понятие логистического поля // Риск: ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. – 2010. – № 3. – С. 106-108.
7. Каточков В.М. Методологические вопросы взаимодействия потоковых процессов коммерческой деятельности промышленных предприятий: Монография. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 176 с.
8. Миротин Л.Б., Ташбаев Ы.Э. Системный анализ в логистике: учебник. – М.: Экзамен, 2002. – 480 с.
9. Пархотько А. В. Синтез логистических информационных потоков морского порта / А.В. Пархотько, С.Г. Зинченко // Вісник Приазовського державного технічного університету: Зб. наук. праць. –Серія: Технічні науки. – Маріуполь: ПДТУ, 2015. – Вып. 31. – С. 235-241.

Стаття надійшла до редакції 17.08.2017

**Рецензенти:**

доктор технічних наук, професор, завідувач лабораторії Досліджень конструкцій гідротехнічних споруд «ЧорноморНДІпроект»  
**М.Б. Пойзнер**

доктор економічних наук, професор кафедри «Експлуатація флоту і технологія морських перевезень» Одеського національного морського університету  
**С.П. Оніщенко**

УДК 624.137.5.012.45:624.154

М.П. Дубровский, Ю.Ф. Суходоев, А.А. Стехун

### ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОДПОРНОЙ СТЕНЫ КОМБИНИРОВАННОГО ТИПА

*Рассмотрена расчетная схема воздействия на подпорную стену, состоящего из собственного веса грунта и давления воды, а также фиксированной сплошной равномерно распределенной нагрузки. Конструкция, воспринимающая указанные нагрузки, представляет собой уголковую консольную подпорную стену, опирающуюся на сваи. Предложен расчет устойчивости положения стены против сдвига и несущей способности свай. Расчет свай ведется с использованием схемы свайного фундамента по формулам внецентренного сжатия.*

**Ключевые слова:** тонкостенная уголковая подпорная стена, слабые грунты, устойчивость, сваи.

*Розглянуто розрахункову схему впливів на підпірну стіну, що складається з власної ваги ґрунту і тиску води, а також фіксованої суцільної рівномірно до розподіленого навантаження. Конструкція, яка сприймає зазначені навантаження, являє собою куткову консольну підпірну стіну, що спирається на палі. Запропоновано розрахунок стійкості положення стіни проти зсуву і несучої здатності палей. Розрахунок палей ведеться з використанням схеми пальового фундаменту за формулами позацентрального стиснення.*

**Ключові слова:** тонкостінна куткова підпірна стіна, слабкі ґрунти, стійкість, палі.

*The design scheme of the effects on the retaining wall consisting of the self-weight of the soil and the water pressure, as well as a fixed continuous uniformly distributed load, is considered. The construction that perceives these loads is an L-shape retaining wall supported by piles. The calculation of the stability of the position of the wall against shear and the bearing capacity of the piles is proposed. Eccentric compression formulas for the pile foundation scheme are applied to provide piles calculation.*

**Keywords:** L-shape retaining wall, weak soils, stability, piles.

**Вступлення.** Основним в расчете подпорных стен является определение величины и направления приложенного к ним давления. При расчетах по несущей способности (первая группа предельных состояний) выполняется проверка на устойчивость положения стены против сдвига и прочность грунтового основания.

---

© Дубровский М.П., Суходоев Ю.Ф., Стехун А.А., 2017

**Постановка задачі.** Рассмотреть возможность использования при проектировании подпорных стен расчетной схемы с учетом применения свай, расположенных с переменным шагом между ними.

**Основные результаты.**

1. Сдвигающая сила  $F_{sa}$  определяется по формуле

$$F_{sa} = F_{sa, \gamma} + F_{sa, q},$$

где  $F_{sa, \gamma}$  – сдвигающая сила от собственного веса грунта равная  $F_{sa, \gamma} = P_{\gamma} \cdot \frac{h}{2}$ ;  $F_{sa, q}$  – сдвигающая сила от нагрузки, расположенной на поверхности призмы обрушения, равная  $F_{sa, q} = P_q \cdot h$ .

2. Сумма моментов  $M_0$  всех вертикальных и горизонтальных сил относительно оси, проходящей через центр тяжести подошвы для уголкового стен (при  $\varepsilon \leq \theta_0$ ) определяется по формулам (рис. 1)

$$M_0 = F_{sa} \left[ h^* - \operatorname{tg}(\varepsilon + \varphi') \left( \frac{b}{2} - h^* \cdot \operatorname{tg} \varepsilon \right) \right] + \frac{1}{12} \gamma_1' \cdot \gamma_f (b-t) \cdot [h(b-4t) + 6td],$$

где  $\gamma_f$  – коэффициент надежности по нагрузке, принимается равным 1,2;

$h^*$  – расстояние от равнодействующей сдвигающей силы до низа подошвы стены  $h^* = \frac{1}{F_{sa}} \cdot h \cdot \left[ \frac{1}{3} F_{sa, \gamma} + \frac{1}{2} \cdot F_{sa, q} \right]$ .

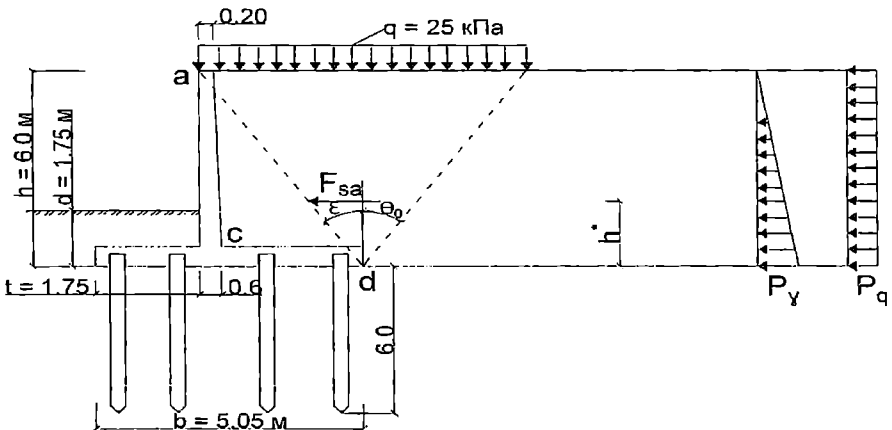


Рис. 1. Расчетная схема подпорной стены на сваях

3. Интенсивность горизонтального активного давления грунта от собственного веса  $P$  на глубине  $y$  следует определять по формуле

$$P_y = \frac{y}{h} [\gamma \cdot \gamma_f \cdot h \cdot \lambda - c \cdot (K_1 + K_2)],$$

где  $K_1$  – коэффициент, учитывающий сцепление грунта по плоскости скольжения призмы обрушения, наклоненной под углом  $\theta_0$  к вертикали;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий сцепление грунта по плоскости, наклоненной под углом  $\varepsilon$  к вертикали

$$K_1 = \frac{2\lambda \cdot \cos\theta_0 \cdot \cos\varepsilon}{\sin(\theta_0 + \varepsilon)};$$

$$K_2 = \frac{\lambda \cdot \sin(\theta_0 - \varepsilon) \cdot \cos(\theta_0 + \rho)}{\sin\theta_0 \cdot \cos(\rho - \varepsilon) \cdot \sin(\theta_0 + \varepsilon)} + \operatorname{tg}\varepsilon,$$

где  $\varepsilon$  – угол наклона расчетной плоскости к вертикали;  $\rho$  – угол наклона поверхности засыпки к горизонту;  $\theta_0$  – угол наклона плоскости скольжения к вертикали;  $\lambda$  – коэффициент горизонтального давления грунта. При отсутствии сцепления грунта по стене  $K_2 = 0$ .

4. Коэффициент горизонтального давления грунта определяется по формуле

$$\lambda = \left[ \frac{\cos(\varphi - \varepsilon)}{\cos\varepsilon} \cdot \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \rho)}{\cos(\varepsilon + \delta) \cdot \cos(\varepsilon - \rho)}} \right) \right]^2,$$

где  $\delta$  – угол трения грунта на контакте с расчетной плоскостью (для гладкой  $\delta = 0$ , шероховатой  $\delta = 0,5\varphi$ ). Значения коэффициента  $\lambda$  приведены в приложении 2 из [3].

5. Угол наклона плоскости скольжения к вертикали  $\theta_0$  определяется по формуле

$$\operatorname{tg}\theta_0 = \frac{\cos\rho - \eta \cos\varphi}{\sin\rho - \eta \sin\varphi},$$

где  $\eta = \frac{\cos(\varepsilon - \rho)}{\sqrt{\lambda} \cdot \cos\varepsilon}$ .

6. При горизонтальной поверхности засыпки  $\rho = 0$ , при вертикальной стене  $\varepsilon = 0$  и при отсутствии трения и сцепления со стеной  $\delta = 0$ ,  $K_2 = 0$ , коэффициент бокового давления грунта  $\lambda$ , коэффициент

інтенсивності сил сцеплення  $K_1$  и угол наклона плоскости скольжения  $\theta_0$  определяются по формулам

$$\begin{cases} \lambda = \operatorname{tg}^2 \theta_0; \\ K_1 = 2\sqrt{\lambda}; \\ \theta_0 = 45^\circ - \frac{\varphi}{2}. \end{cases}$$

При  $\rho = 0$ ,  $\delta \neq 0$ ,  $\varepsilon \neq 0$  значение угла наклона плоскости скольжения к вертикали  $\theta_0$  определяется из условия

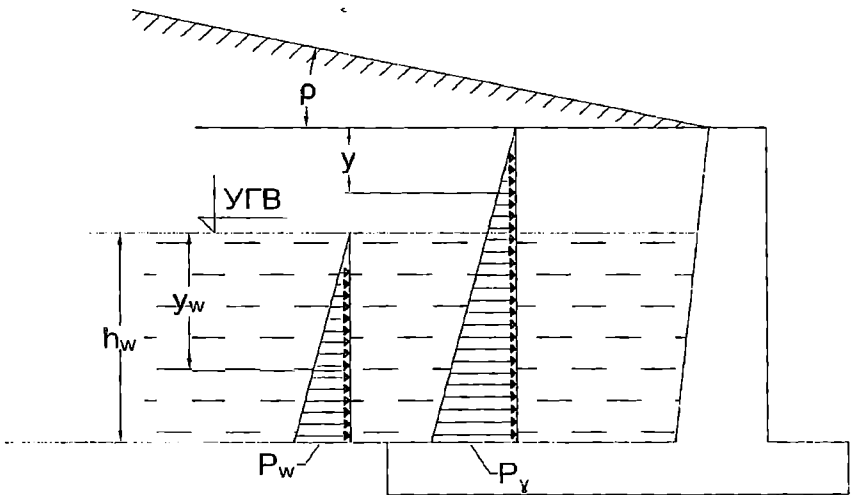
$$\operatorname{tg} \theta_0 = \frac{\cos \varphi - \sqrt{\lambda}}{\sin \varphi}.$$

7. Интенсивность дополнительного горизонтального давления грунта, обусловленного наличием грунтовых вод  $P_w$ , кПа, на расстоянии  $y_w$  от верхнего уровня грунтовых вод (рис. 2) определяется по формуле

$$P_w = y_w \cdot \gamma_f \cdot \left( 10 - \lambda \cdot \gamma + \frac{16,5\lambda}{1+e} \right),$$

где  $e$  – пористость грунта;

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по нагрузке принимается равным 1,1.



*Рис. 2. Схема давления грунта на подпорную стену от собственного веса и давления воды*



8. Интенсивность горизонтального давления грунта от равномерно распределенной нагрузки  $q$  (при ее сплошном и фиксированном расположении) на поверхности призмы обрушения следует определять по формуле

$$P_q = q \cdot \gamma_f \cdot \lambda.$$

*Расчет подпорных стен с учетом сейсмических воздействий*

1. Подпорные стены в районах с сейсмичностью 7 и более баллов должны проектироваться с учетом существующих требований [4; 5].

2. Интенсивность горизонтального давления грунта от собственного веса и от равномерно распределенной нагрузки  $q$ , расположенной на поверхности призмы обрушения, следует определять по формулам, приведенным выше, при этом коэффициент горизонтального давления грунта при сейсмическом воздействии  $\lambda^*$  следует определять по формулам

$$\lambda^* = \frac{\cos^2(\varphi - \varepsilon - \omega) \cdot \cos(\varepsilon + \delta)}{\cos \omega \cdot \cos^2 \varepsilon \cdot \cos(\varepsilon + \delta + \omega) \cdot (1 + \sqrt{z})^2},$$
$$z = \frac{\sin(\varphi - \rho - \omega) \cdot \sin(\varphi + \delta)}{\cos(\varepsilon + \delta + \omega) \cdot \cos(\varepsilon - \rho)},$$

где  $\omega$  – угол отклонения от вертикали равнодействующей веса грунта и временной нагрузки с учетом сейсмического воздействия определяется по формуле

$$\omega = \arctg(A \cdot K_1).$$

При расчете подпорных стен произведение  $A \cdot K_1$  следует принимать равным 0,04; 0,08 и 0,16 при расчетной сейсмичности соответственно 7, 8 и 9 баллов см.[4].

3.1. Высота подпорных стен, выполненных из бетона, бутобетона или каменной кладки, при расчетной сейсмичности площадки 8 баллов не должна превышать 12 м, а при расчетной сейсмичности 9 баллов не должна превышать 10 м. Высота железобетонных подпорных стен не ограничивается.

3.2. При расположении оснований смежных секций подпорной стены в разных уровнях перепад от одной отметки основания до другой должен производиться уступами с отношением высоты к длине уступа не более, чем 1:2.

3.3. При сооружении подпорных стен из вертикальных сборных элементов по верху стены следует предусматривать монолитный железобетонный пояс на всю длину секции.

3.4. Подпорные стены следует разделять сквозными вертикальными швами на секции длиной не более 15 м с учетом размещения каждой секции на однородных грунтах [1; 2; 3].

**Определение давлений под подошвой подпорной стены**

1. Сумма проекций всех сил на вертикальную плоскость для угловых подпорных стен (при  $\varepsilon \leq \theta_0$ )

$$F_v = F_{sa} \cdot \text{tg}(\varepsilon + \varphi') + \gamma'_1 \cdot \gamma_f \left( \frac{1}{2} h(b-t) + td \right) + \frac{1}{2} \cdot \gamma_f \cdot b^2 \cdot \text{tg} \beta,$$

где  $\gamma_f$  – коэффициент надежности по нагрузке, принимается равным 1,2.

2. Краевые давления на грунт под подошвой подпорной стены  $p_{\min}^{\max}$ , при эксцентриситете  $e$  приложения равнодействующей всех вертикальных сил относительно центра тяжести подошвы определяются по формуле

$$p_{\min}^{\max} = \frac{F_v}{b} \left( 1 \pm \frac{6e}{b} \right),$$

где  $F_v$  – сумма проекций всех сил на вертикальную плоскость;  $e$  – эксцентриситет приложения равнодействующей всех сил относительно оси, проходящей через центр тяжести подошвы подпорной стены определяемый по формуле

$$e = \frac{M_0}{F_v},$$

где  $M_0$  – сумма моментов определяется для угловых подпорных стен (при  $e \leq \theta_0$ )

$$M_0 = F_{sa} \left[ h^* - \text{tg}(\varepsilon + \varphi') \cdot \left( \frac{b}{2} - h^* \cdot \text{tg} \varepsilon \right) \right] + \frac{1}{12} \gamma'_1 \gamma_f (b-t) [h(b-4t) + 6td].$$

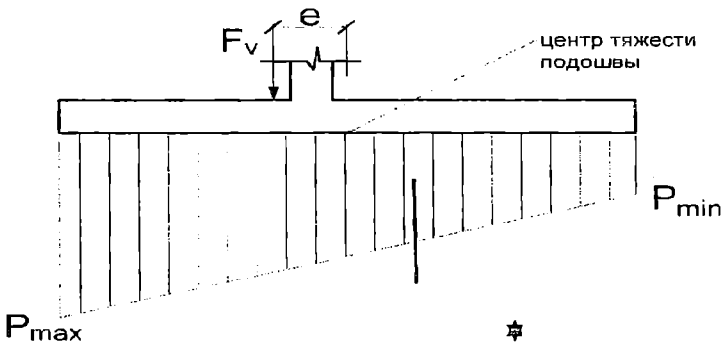
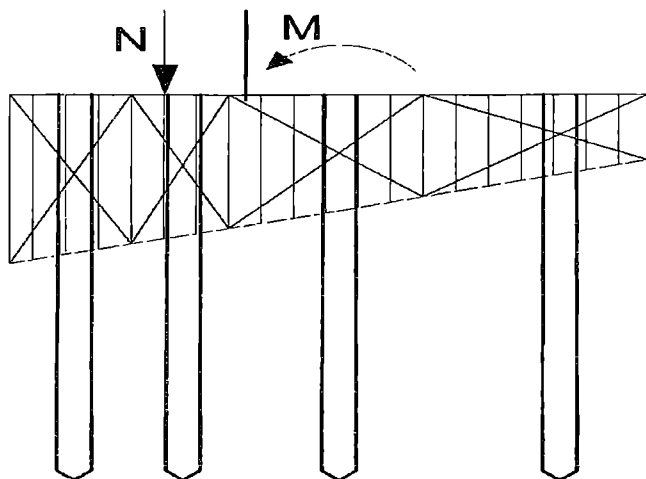


Рис. 3. Схема для определения напряжений под подошвой подпорной стенки



*Рис. 4. Схема несимметричного расположения рядов свай при разбивке трапецевидной эпюры напряжений под фундаментной плитой*

Порядок проектирования:

1. Задается число рядов свай, затем эпюру напряжений под фундаментной плитой делим на равновеликие по площади трапеции.
2. Центр тяжести каждой трапеции будет указывать положение рядов свай [6].

Обозначим число рядов свай через  $n$ . Введем систему координат следующим образом, ось  $Ox$  направим вдоль поверхности под подошвой подпорной стенки, ось  $Oy$  направим нормально к поверхности (рис. 5).

Вершины эпюры это вершины прямоугольной трапеции, обозначим их точками  $O, A, B, C$ , и положим  $OA = c$ ,  $OC = h$ ,  $BC = d$ , где  $c, d, h$  – заданные размеры эпюры и для них имеют место следующие неравенства

$$d > c > 0, h > 0. \quad (1)$$

Тогда координаты вершин трапеции будут такими:

$$O(0;0), A(0;c), B(h;d), C(h;0).$$

Разобьем отрезок  $OC$  точками  $x_1, x_2, \dots, x_{n-1}$  на  $n$  частей. Проведем через каждую полученную точку  $x_k$  ( $k=1, \dots, n-1$ ) отрезок  $O_k A_k$  ( $k=1, \dots, n-1$ ) параллельный основаниям трапеции  $OA$  и  $BC$ . В результате разбиения, получим  $n$  трапеций подобных между собой  $OA A_1 O_1; O_1 A_1 A_2 O_2; \dots; O_k A_k A_{k+1} O_{k+1}; \dots; O_{n-1} A_{n-1} BC$ . Зададимся

целью найти такое разбиение отрезка  $OC$  точками  $x_1, x_2, \dots, x_{n-1}$ , чтобы полученные трапеции были равновеликими, т.е. имели равные площади

$$S_{OAA_1O_1} = S_{O_1A_1A_2O_2} = \dots = S_{O_kA_kA_{k+1}O_{k+1}} = \dots = S_{O_{n-1}A_{n-1}BC};$$

$$S_{OAA_1O_1} + S_{O_1A_1A_2O_2} + \dots + S_{O_{n-2}A_{n-2}A_{n-1}O_{n-1}} + S_{O_{n-1}A_{n-1}BC} = S_{OABC}.$$

Тогда площадь каждой из  $n$  полученных трапеций равна

$$S_{O_kA_kA_{k+1}O_{k+1}} = \frac{1}{n} S_{OABC}.$$

Рассмотрим теперь трапецию  $OAA_kO_k$ , где  $k$  произвольное от 1 до  $n-1$ . Площадь этой трапеции  $OAA_kO_k$ , обозначим  $S_k$ , а площадь трапеции  $OABC$  через  $S$ . Заметим, что

$$S_k : S = k : n,$$

откуда

$$S_k = \frac{k}{n} \cdot S.$$

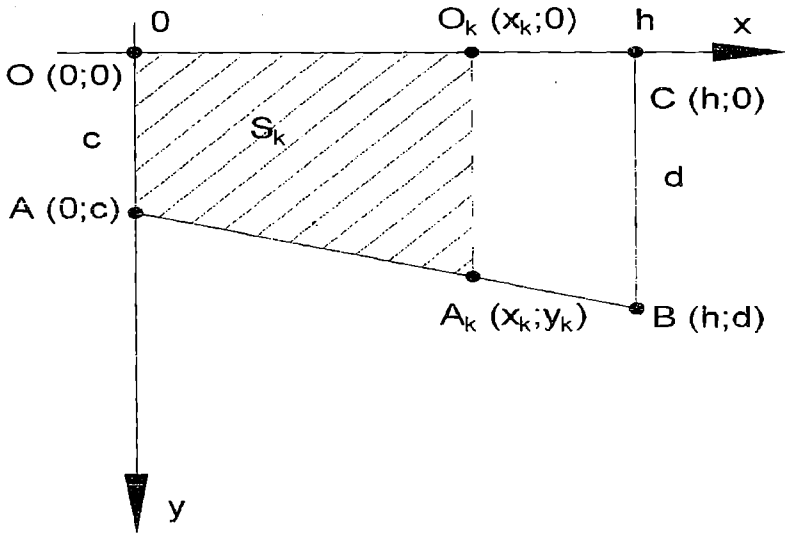


Рис. 5. Расчетная схема для определения площадей трапеций

В свою очередь  $S = \frac{c+d}{2} \cdot h$  и  $S_k = \frac{c+y_k}{2} \cdot x_k$ , а потому имеем

$$\frac{c+y_k}{2} \cdot x_k = \frac{k}{n} \cdot \frac{c+d}{2} \cdot h.$$

Найдем уравнение стороны  $AB$  трапеции  $OABC$ . Воспользуемся уравнением прямой, проходящей через две заданные точки  $A(0;c)$  и  $B(h;d)$ , получим

$$AB: y = \frac{d-c}{h} \cdot x + c.$$

Учитывая тот факт, что точка  $A_k(x_k, y_k)$  лежит на прямой  $AB$  и, подставляя в последнее равенство  $y_k = \frac{d-c}{h} \cdot x_k + c$ , получим квадратное уравнение относительно  $x_k$

$$(d-c) \cdot x_k^2 + 2ch \cdot x_k - \frac{k}{n}(c+d)h^2 = 0, \quad (2)$$

дискриминант которого

$$D = \frac{4}{n} \cdot h^2 \left[ (n-k) \cdot c^2 + k \cdot d^2 \right] > 0$$

в силу (1) и для всех  $k = 1, 2, \dots, n-1$ . Следовательно, уравнение (2) имеет два корня

$$x_{k,1,2} = \frac{-c \pm \sqrt{\left(1 - \frac{k}{n}\right) \cdot c^2 + \frac{k}{n} \cdot d^2}}{d-c} \cdot h$$

один из которых, в силу выбора  $d > c > 0, h > 0, k < n$ , отрицательный. Получим

$$x_{k,1,2} = \frac{-c + \sqrt{\left(1 - \frac{k}{n}\right) \cdot c^2 + \frac{k}{n} \cdot d^2}}{d-c} \cdot h, \quad (3)$$
$$y_k = \frac{d-c}{h} \cdot x_k + c.$$

Таким образом найдено разбиение стороны трапеции точками вида (3) на  $n$  равновеликих трапеций.

**Заключение.** При расчетах подпорных стен по несущей способности, воспринимающих значительные нагрузки, в сложных геологических условиях, целесообразно применение свай. При этом располагать сваи в плане необходимо с учетом момента, действующего на подпорную стену с использованием метода равных по площади частей эпюры давления на основание.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Руководство по проектированию свайных фундаментов / НИИОСП им. Герсеванова. – М.: Стройиздат, 1985. – 479 с.*
2. *Основания, фундаменты и подземные сооружения: Справочник проектировщика. – М.: Стройиздат, 1980. – 151 с.*
3. *СНиП 2.09.03-85. Сооружения промышленных предприятий. – М., 1986.*
4. *СНиП 2.06.07-87. Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения. – М., 1989.*
5. *Проектирование подпорных стен и стен подвалов: Справочное пособие к СНиП 2.09.03-85. – М.: Стройиздат, 1985. – 479 с.*
6. *ДБН В.1.2-2-2006. Нагрузки и воздействия: Нормы проектирования. – К.: Минстрой Украины, 2006. – 80 с.*
7. *ДБН В.1.1-12-2006. Строительство в сейсмических районах Украины. – К., 2006.*
8. *ДБН В.2.1-10-2009. Основы та фундаменти споруд. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 104 с.*
9. *ДБН В.2.1-10-2009. Зміна № 1. Основы та фундаменти споруд. Основні положення проектування. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 55 с.*
10. *Алексеев С.И. Механика грунтов, основания и фундаменты / С.И. Алексеев, П.С. Алексеев. – СПб., 2014. – 332 с.*

*Стаття надійшла до редакції 17.08.2017*

### **Рецензенти:**

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Будівельна механіка» Одеського національного політехнічного університету  
**М.Г. Сурьянінов**

кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри «Енергетичне та водногосподарче будівництво» Одеської державної академії будівництва та архітектури  
**В.С. Осадчий**

UDC 005.8: 378.33

Shakhov Anatoliy V., Piterska Varvara M.

### RISK ASSESSMENT METHODS IN INNOVATIVE PROJECTS

*The article describes the advantages and disadvantages of the method of correction of the discount rate and the method of equivalent annuities, the concept of «risk of innovation», identified the causes of the risk and the methods of eliminating of negative manifestations of the risk situations in innovative projects, the methodical approach in assessing of the expected effect of the innovative project based on the concept of probability-interval uncertainty is proposed in the article. It was established that the analyzed approaches can be used for the accounting of the risk of innovative projects. Project manager makes his choice of using of any method of risk assessment individually, depending on the extent and characteristics of the project, the degree of novelty and scale introduction of innovative products, the number of participants and the level of requirements of foundation of project efficiency and other factors.*

**Keywords:** *innovation project, risk, method of equivalent annuities, discount rate correction.*

*У статті вказані переваги і недоліки методу коригування норми дисконту, методу еквівалентних ануїтетів, розглянуто поняття «ризик інноваційної діяльності», визначені причини появи ризику та методи усунення негативних проявів настання ситуацій ризику при інноваційному проектуванні, запропоновано методичний підхід при оцінці очікуваного ефекту інноваційного проекту на базі концепції інтервально-ймовірнісної невизначеності. Встановлено, що проаналізовані підходи можуть використовуватись для обліку ризику в інноваційних проектах.*

**Ключові слова:** *інноваційний проект, ризик, метод еквівалентних ануїтетів, метод коригування норми дисконту.*

*В статье указаны преимущества и недостатки метода корректировки нормы дисконта, метода эквивалентных аннуитетов, рассмотрено понятие «риск инновационной деятельности», определены причины появления риска и методы устранения негативных проявлений наступления ситуаций риска при инновационном проектировании, предложен методический подход при оценке ожидаемого эффекта инновационного проекта на базе концепции интервально-вероятностной неопределенности. Установлено, что проанализированные подходы могут использоваться для учета риска в инновационных проектах.*

**Ключевые слова:** *инновационный проект, риск, метод эквивалентных аннуитетов, метод корректировки нормы дисконта.*

**Introduction.** Numerous risk analysis methods outlined in ISO 31010 do not allow taking into account the features of innovative project.

The problem of risk analysis plays an important role in the research that preceded the development of innovation projects. The results of risk assessment should be taken into account when making business decisions on choosing the strategy and tactics of innovation development, planning of scientific and technical, production, marketing and financial activities. In deciding on the implementation of an innovation project, it is necessary to analyze the possible consequences of the impact of both internal, subjective risk factors and external, objective factors beyond the competence of project managers, and in the domestic environment, the impact of the latter is particularly significant.

**Analysis of the main achievements and literature.** The potential causes of risk in the innovation business include temporary uncertainty, that is, the impossibility of assessing with high accuracy of the duration of development of innovation and the period of time during which it will be in demand on the market; uncertainty of the market situation, that is, the impossibility of accurately predicting the values of the parameters of the market environment surrounding the innovation project; behavioral uncertainty, that is, the unpredictability of the behavior of participants in the innovation process, that depends on the creative potential and coordinated work of the team of innovation managers; target uncertainty, that is, the danger of the wrong choice of purpose or failure to achieve the predicted result, since, the innovation activity is often interpreted as activity with an unknown previously known result; information uncertainty, since any actions associated with the creation of a new product, technology or service inevitably encounter the inability to obtain sufficient and relevant information.

The risk of an innovation project should be understood as a marginal category and focus on the future, rather than on the past experience of innovation. Thus, the concept of «risk of an innovation project» implies how much the firm's financial situation will be affected by the implementation of a particular innovation project, that is, how much the company's overall risk as a result of investing financial resources in the development and organization of a specific venture capital will change. Therefore, when assessing the risk of an innovative project, only risks that are directly related to this project, and not to other activities of the entity, should be taken into account, although it relates to innovation.

The main types of risks that arise in the process of creating and implementing innovative projects, systematized on the basis of generalization of the views of domestic and foreign scientists, are reflected in [1-4]. There are various kinds of losses in innovative projects, in particular: financial (direct cash losses: over-spending of money, unforeseen payments, fines, payment of additional taxes, loss of securities, lack of funds in case of non-payment of debts, non-payment of delivered products by customers, decrease of revenues as a result of lower prices for innovative products); technological (loss of



technological advantage due to aging of technology or the appearance of its legal or illegal imitation of competitors); social (the growth of social tension in society, the change in the demographic situation, the complication of the political situation); time (time losses caused by accidental circumstances or violation of the schedule of implementation of the innovation project); environmental (harm to the environment); material (losses of material resources: property, products, raw materials, materials, fuel, spare parts, equipment, etc.); image (loss of company image, loss of credibility in the market, loss of customers, deterioration of relations with suppliers, change in the attitude of real or potential buyers to the innovation made by the company towards the benefits of other products); moral and psychological (losses caused by the deterioration of the psychological climate in the team of innovative managers, the turnover of personnel); labor (labor losses, personnel problems, labor migration).

**Research aim and task.** The investigation of the feasibility of applying risk-taking methods in assessing of the effectiveness of innovative projects is the purpose of the article. The definition of the advantages and disadvantages of risk assessment methods in innovative projects and proposing of effective solutions to minimize uncertainty in the management of innovative projects is the task of the article.

**Materials of research.** Leading economists distinguish the following risk assessment methods in assessing of the effectiveness of innovative projects: the method of adjusting of the discount rate, the method of estimating of the expected efficiency, the method of reliable equivalents. The variety of forms of manifestation of the risk of introducing innovations, the frequency and severity of the consequences of its manifestation, the impossibility of absolute elimination necessitate the study of causal relationships and ways of reducing of the consequences of occurring risk events. Under the discount rate, taking into account the risk, it is accepted to understand the maximum of such discount rates, at which at least one alternative or available investor to the direction of investment, having the same risk as the given project, will provide him with the inherent integral discounted effect [5].

The application of the method of adjusting of discount rate to determine the effectiveness of an innovation project does not always seem possible for the following reasons. The application of the risk value to the discount rate will lead to absurd results in cases where the project's cash flows are unconventional (the dependence of the net present value (NPV) on the discount rate is non-monotonous). Risk taking into account by adjusting of the discount rate is incompatible with the free choice of the moment of reduction, in this case, only the moment of completion of the calculation of the efficiency can be selected as the calculation period in the discounting procedure.. Adjustment of the discount rate to a risk value is justified only if the risks taken into account in this way are accidental and can lead to the project being terminated at a certain stage of the life cycle. The risk value for a certain step of the calculation period should be interpreted as a subjective probability of termination of the project at this stage. Adjustment of the discount rate for a risk premium is justified only if

the value of the risk premium is not too large. Adjustment of the discount rate to a risk value only is consistent with the risk-taking methodology, when for negative cash flows (investments, losses during the period of exploitation, liquidation expenses, etc.) this premium is deducted from the risk-free discount rate, and for positive cash flows – add to it. The risk premium should be variable in time and its size at each specific stage of the calculation period should depend on the set of risks that may arise precisely at a given time. The use of the discount rate adjustment method is unreasonable in cases where the types of risks accounted for in a risk value may lead not to the termination of the project at any stage, but to the occurrence of additional costs.

The method of adjusting of the discount rate is to adjust some basic risk-free rate of return on the so-called «risk premium», which reflects the integral assessment of all types of risks of the project. The value of the risk premium can be determined using any risk assessment method acceptable for these purposes, but most often statistical or expert estimates are used for these purposes. This value is determined for each project participant, taking into account his functions, obligations to partners and obligations of other participants before him. A project participant may not take into account the risk value in his discount rate, if the receipt of his part of the income from the project is insured or there are guarantees of payment for his performed work. Under this method, it is assumed that the discount rate can serve as an aggregate indicator to take into account all types and types of risk that may arise when implementing an innovation project. The advantages of the method are as follows: the opportunity to evaluate the real value of the cash flow is not nominal; ease of calculation, accessibility for a wide range of users. There are some disadvantages of the method: the discount rate is often determined on the basis of past experience, internal conviction of managers or even arbitrary, and therefore can not always act as an adequate indicator of the level of risk of a project; the method does not allow to take into account all possible results when implementing the project; the existence of a very large number of restrictions when using this method; the method does not provide information about probabilistic distributions of future cash flows, that is, it does not take into account the probability with which the cash flow of each year will change in one direction or another; if a permanent risk premium is used instead of a variable risk premium, then the likelihood of receiving false estimates increases, as in most projects the risk level is significantly reduced as it approaches the end of the lifecycle; the method restricts the possibilities for modeling innovative projects, as it involves an analysis of the dependence of the final criteria of the project's efficiency only on one factor – the discount rate; taking into account simultaneously all possible risks in the norm of the discount leads to the least probable and most pessimistic option of the project, due to which artificially narrowing the decision-making framework; the lack of scientifically sound methodological approaches to calculating the quantitative risk premium (in most cases, it is determined expertly for each specific project, which introduces additional requirements to the level of expertise of experts).

Within the framework of the reliable equivalents method, for the purpose of taking into account risk, adjustments are made not to the discount rate, but to the expected values of cash flows by multiplying them by special reduction coefficients (coefficients of reliability or coefficients of certainty). The most common approach of calculating of the reliability coefficients is their expert definition of lowering coefficients that reflect the degree of confidence of experts in the existence of this cash flow, that is, the reliability of its value. In other words, the coefficients of reliability within this approach correspond to the value of subjective probability.

However, in [6] it is noted that such an interpretation of the reliability coefficients does not correspond to the economic substance of the risk assessment, makes the process of making managerial decisions arbitrary and may lead to serious errors in the formal approach. Another method of implementing the true equivalence method is the better-state method, which is to take into account all alternative event variants (in fact, in the construction of decision trees), each of which uses its risk-adjusted discount rate [6-8]. There are some advantages of the method: ease of calculation and availability for a wide range of users; in contrast to the discount rate method, this method does not involve an increase in risk with a constant coefficient, that is, it allows the risk to be taken into account more correctly. There are some disadvantages of the method: the lack of a unified approach to calculating the reliability coefficients; the method does not allow for probabilistic analysis distribution of key project parameters; calculating the coefficients of reliability, adequate to the level of risk at each stage of the project implementation, presents certain difficulties.

In the framework of this method, for measuring the outcome of the project, new, specific estimators should be used that characterize the instability of the parameters and the distribution of possible effects values. On the one hand, they should reflect all possible conditions for the implementation of the project, on the other – the degree of their capabilities, ie probability.

This function is performed by the so-called «expected» values of net current value (NPV), profitability index (PI), discounted payback period (DPP) and internal rate of return (IRR). The method of estimating of the expected efficiency implies that the analyst has information about all possible scenarios of the project implementation, their feasibility and the significance of the main technical and economic indicators of the project in each of the scenarios.

In [7; 8] the following sequence of the implementation of this method is described: all possible scenarios of the project implementation are being compiled; the organizational and economic mechanism of project realization under each scenario is investigated (each project scenario is calculated by the end of the project, cash flows, additional expenses are taken into account when various «unusual» situations occur for each scenario); the availability of a reserve of financial feasibility of the project is checked; quantitatively evaluates the possibility of an offensive scenario (in the form of objective or subjective probabilities or intervals of their changes) for each of the project participants; the risk of non-implementation of the project is measured, measured by

the probability of occurrence of those scenarios in which the project ceases to be financially implemented; for each scenario, the net present value is determined, and the discount is made at the risk-free discount rate, which reflects the maximum profitability of alternative and available risk-free investment directions; the risk of inefficiency of the project is estimated, that is, the overall probability of occurrence of scenarios in which the net present value is negative, as well as the average loss from the project implementation in case of its ineffectiveness; on the basis of the indicators of the integral effect of individual scenarios, a summary indicator of the expected net present value is determined, on the basis of which a decision is made on the implementation of this project.

Despite the unconditional theoretical advantages of this method (consistency, consistency, logical transparency), its practical implementation is often quite complex and cumbersome.

In particular, attempts to detect the relationship between individual components of a cash flow (for example, between revenue and operating expenses) or between the values of elements of a cash flow at different stages are revealed rather difficultly realized. In addition, the scripting process may be complicated by the possible presence of trends, as well as some restrictions, for example, on the return and maintenance of loans.

Expected effect ( $R$ ) in the case of interval uncertainty is taken to calculate according to the formula proposed in [9], which is called the criterion of optimism-pessimism

$$R = (1 - \lambda) \cdot R_{\min} + \lambda \cdot R_{\max}, \quad (1)$$

where  $R_{\min}, R_{\max}$  – the largest and smallest integral effects of the scenarios under consideration;

$\lambda$  – a special standard to take into account the risk of obtaining of the effect.

The concept of interval uncertainty, in principle, excludes the possibility of taking into account in calculations additional information about the probabilities of certain values of the effect, assuming that nothing is known about them until the project begins to be implemented.

However, when compiling scenarios of an innovative project, an analyst can usually predict with a large degree of accuracy, at least three or four scenarios, based on expert estimates in forecasting market trends. In this situation, the criterion [9], which takes into account only the extreme value of the effect, may give less accurate estimates than those that could be obtained, based on available forecast data from the scenarios. In addition, the Gurvic formula in [9] is appropriate only for those projects in which the uncertainty of the effect is mainly due to the project itself, but not the external environment.

With a certain combination of external parameters, which may arise with some subjective probability, the project effect may take one of the possible values of a given range, the probability of which is unknown.

Expected effect within the framework of this concept is calculated according to the formula, which is a modification of the Gurvic formula and includes the minimum and maximum value of the mathematical expectations of the effect, calculated by all allowable probabilistic distributions

$$R = (1 - \lambda) \cdot \min_{(p_1, p_2)} \sum_i R_i \cdot p_i + \lambda \cdot \max_{(p_1, p_2)} \sum_i R_i \cdot p_i, \quad (2)$$

where  $R_i$  – integral effect on the  $i$  project scenario;

$p_i$  – subjective probability of the  $i$  scenario of the project.

The effect of the project is a random variable, but the information available in the analytics on the peculiarities of the implementation of this project may correspond not to one, but to several types of laws of probability distribution, but unknown to which particular one.

The coefficient  $\lambda$  lies within the limits  $0 \leq \lambda \leq 1$ . If  $\lambda = 1$  under the formula  $R = R_{\max}$ , that is, we have the opposite situation and evaluate the project too optimistic, focusing only on the best of possible scenarios. If  $\lambda = 0$  under the formula  $R = R_{\min}$ , we estimate the project's effectiveness too cautiously (pessimistically), namely, in its worst case scenario, which can be justified only when assessing large and global projects or in case of absolute risk aversion by the decision maker. We would not recommend such an approach in any circumstances.

In [10], the indicator  $\lambda$  is called the coefficient of pessimism and it is noted that the closer the value  $\lambda$  to zero, the more cautious is considered the type of behavior of the decision maker. Let there is a project that requires an investment of one-time investments in size of  $S$  and provides for obtaining uncertain results that lie within the range from  $P_{\min}$  to  $P_{\max}$ , and moreover  $P_{\min} < S < P_{\max}$ . The uncertainty of the results of this project is characterized by the difference  $P_{\max} - P_{\min}$ , and the maximum size of the possible damage is  $P_{\min} - S$ . If the risk level of the project is determined as the size of the maximum loss per unit of uncertainty, practical determination of the coefficient  $\lambda$  for a particular project can be recommended to pre-calculate its degree of risk and set the standard of  $\lambda$  in such a way that it does not exceed the obtained value.

**Conclusions.** It should be noted that exogenous factors, which strongly influence the success or failure of the introduction of innovations, in the framework of the considered approaches are practically not taken into account. Both approaches can be used to take risk into account when evaluating the effectiveness of innovative projects, although the method for assessing expected efficiencies is more reasonable. However, in practice, it involves the need to compile and process a large number of project scenarios.

The question of choosing one of them should be decided by each project manager individually, depending on the scale and features of the project, the degree of novelty and scale of the introduction of innovative products, the number of participants and their level of requirements to justify project efficiency and other factors. It is therefore appropriate to use a mixed approach that assumes that a significant part of the effect depends on the internal uncertainty of the innovation project, and would also combine the two types of uncertainties discussed above and relate the effect of the project to a particular situation in the external environment.

### REFERENCES

1. *Piterska V.M. Zastosuvannya proektno-orientovanogo pidhodu v upravlinni innovacijnoyu diyal'nistyu [Using of the project-oriented approach in the innovative activity management]. Visnyk NTU «KhPI» [Bulletin of the National Technical University «KhPI»] Series: Strategic Management. – Kharkov: NTU «KhPI» Publ. – 2016. – № 1 (1173). – P. 35-42.*
2. *Shakhov A.V. Risk assessment in innovative projects by a method of reliable equivalents / A.V. Shakhov, V.M. Piterska // Bulletin of the National Technical University «KhPI». Series: Strategic Management. – Kharkov: NTU «KhPI» Publ., 2017. – № 2 (1224). – P. 35-41.*
3. *Shakhov A.V. Entropijnaya model' portfel'nogo upravleniya proektno-orientirovannoj organizaciej [The entropy model of portfolio management of project-oriented organization]. Upravlenie proektami i razvitie proizvodstva [Project management and development of production]. – Lugansk: Eastern University of V. Dahl Publ., 2015. – № 50. – P. 125-133.*
4. *Korobejnikov O.P., Trifilova A.A., Korshuno I.A. Rol' innovacij v processe formirovaniya strategii predpriyatiya [The role of innovation in the process of enterprise strategy]. Menedzhment v Rossii i za rubezhom. – 2000. – № 3. – P. 24-28.*
5. *Smolyak S.A. Ocenka ehffektivnosti investicionnyh proektov [Evaluating of the effectiveness of investment projects]. – M.: Delo Publ., 2001. – 832 p.*
6. *Lukasevich I.Y. Metody analiza riskov investicionnyh proektov [Methods of analysis of the risks of investment projects]// Finans. – 1998. – № 9. – P. 59-62.*
7. *Smolyak S.L., Vilenskij P.L. Ocenka investicionnyh proektov [Evaluating of investment projects]. – M.: Delo Publ., 1998. – 248 p.*

8. Gurvic A. *Optimal'nye kriterii prinyatiya reshenij v usloviyah neo-predelemnosti* [Optimal criteria for decision-making in conditions of uncertainty] // *Komissionnye dokumenty*. – 1951. – № 370. – P. 47-58.
9. *Kompleksnaya metodika po ocenke ehffektivnosti obshchestvennogo proizvodstva i ot-del'nyh hozyajstvennyh meropriyatij* [Integrated methodology of evaluating of the effectiveness of social production and certain management operations]. – М.: AN SSSR Publ., 1983. – 145 p.

Стаття надійшла до редакції 25.09.2017

**Рецензенти:**

доктор технічних наук, професор, академік Академії зв'язку України, відділення Міжнародної академії інформатизації – асоційованого члена Організації Об'єднаних націй **А.І. Рибак**

кандидат технічних наук, доцент, директор Дунайського інституту Національного університету «Одеська морська академія», **В.І. Чимшир**

UDK 0658.012.2

L.S. Chernova

### DEVELOPMENT OF INVESTMENT PROJECT BUSINESS PLAN

*The article focuses on a pre-project analysis with the subsequent structuring of the developed concept of the enterprise's investment project. Here, the various requirements for the structure of business plans of investment projects, their content and parts have been provided. The general recommendations on drawing up business plans with identification of the key stages and sequence of their running are presented.*

**Keywords:** investment project, business plan, market analysis, competitiveness.

*В статье проведен предпроектный анализ с последующей структуризацией разрабатываемой концепции инвестиционного проекта предприятия, проанализированы различные требования к структуре бизнес-планов инвестиционных проектов, их содержанию и оформлению. Рассмотрены основные рекомендации по составлению бизнес-планов с выделением ключевых этапов и последовательностью их проведения.*

**Ключевые слова:** инвестиционный проект, бизнес-план, анализ рынка, конкурентоспособность.

*У статті проведений передпроектний аналіз з подальшою структуризацією концепції інвестиційного проекту підприємства. Проаналізовані різні вимоги до структури бізнес-планів інвестиційних проектів, їх змісту та оформлення. Розглянуті основні рекомендації щодо складання бізнес-планів з виділенням ключових етапів і послідовністю їх проведення.*

**Ключові слова:** інвестиційний проект, бізнес-план, аналіз ринку, конкурентоспроможність.

**Analysis of recent researches and publications.** The investment projects are intended for the competitiveness and market value increasing so they are now becoming very important. The investment projects are a set of the documents which maintained a project from its design to the achieved specified indicators; as a rule, it covers pre-investment, investment, operational, and liquidation stages.

The enterprise implements the innovative projects which include a system of various innovations that ensure the continuous growth of organizational and economic systems of the companies.

The innovative projects help to achieve the goals and objectives of strategic enterprise planning. The innovative projects are usually long-termed and accompanied with significant risks [1].



A detailed feasibility study of each innovation is carried out in the relevant business plan.

**The purpose of the article** is to develop the structure of the business plan which maintains a worked out dynamic innovative idea that then will be implemented in the practice as an investment project.

**Statement of the base material.** The business plan of the investment project is a feasibility study for the introduction of innovations. It includes a comparative analysis of the effectiveness of the proposed activities, an evaluation of the investments, and the solutions of problems associated with the project implementation.

The business plan of the investment project is developed to prove [2] the following:

- the degree of viability and sustainability of the project;
- the possibilities of obtaining investment and credit resources, as well as the borrowed funds returning;
- the proposals for the creation of joint and foreign enterprises;
- the feasibility of providing government support;

The business plan is the main document for creditors and the key tool for the businessman (manager) on how the project should be developed and run. The project is a viable and receives an approval if the business plan is correctly drawn up.

The business plan allows you to get an idea of the investment project. The unified structure of the business plan does not exist. The different types of business usually require reflection in business plans of completely (or largely) unequal information in various forms. Therefore, just as there are no a universal project, and identical sources of funds, there is no single standard form of the business plan.

As a result, the business plan adapted to the conditions of our country has the following structure [3]:

1. Summary of the project.
2. Goals and brief description of business.
3. Market analysis.
4. Products (services).
5. Organization of production.
6. The investment climate and risks.
7. Measures on achieving the required quality.
8. Ensuring competitiveness.
9. Sales of products.
10. Management and staff.
11. Financing.
12. Efficiency of business and possible prospects.
13. Attachments.

Summary is abridged version of the goals and the results achieved during the implementation of the project. In the summary the subject-matter of the project is stated in the short and capacious form, the advantages of products (services) are indicated; the expected demand for products, the volume of necessary investments and credit resources, as well as the terms of repayment of borrowed funds are indicated.

The second section of the business plan covers a brief history of the enterprise (company). This section contains the information on:

- history of the company, its founders and form of ownership;
- the top managers (biographies, where special attention is paid to the work experience and professional achievements);
- the company's goals, its cooperation, including the main suppliers and consumers of products;
- products and services of the company;
- the share of sales in the market;
- the financial situation over the past three years (income and profits, credit history and total debt, key financial indicators).

The third section «Market Analysis» is one of the most important piece of business plan. It analyzes the market and gives an estimation of market demand for the company's products and services. The general characteristics of the demand and production volumes in the region or Ukraine are set. The size of the market and its development tendencies are estimated. In order to do this, market segmentation and the determination of its individual shares by geographic location, type of customer, etc. are carried out. In this section a description of the main competitors and the size of their market share are also provided.

The fourth section «Products (services)» describes the competitive advantages of products and services. For this purpose, the data of a comparative analysis on the main parameters such as price, quality of existing or expected products or services of competitors and the company as well as the consumer specifications are given. The description of the end-users and the nature of demand (uniform or seasonal) are given.

Issues related to licensing of activities or the need to acquire patents protection of product in the licensor's country or in the domestic and foreign markets, the opportunities for competitors to produce relevant products without infringing patent rights are covered.

In the section «Production Organization» the schedule of the planned output volume (as a percentage of the nominal production capacity by a period) for each product or service is justified. This section contains the information on:

- technologies of production or detailed description of services including innovations that ensure product competitiveness by reducing costs, improving quality, productivity, etc.;

– raw materials and other components of production (constituent parts, semi-finished products, etc.) including the composition and specification of raw materials with an indication of the cost of producing unit, prices (including transportation costs), conditions and periodicity of supply;

– production costs is a calculation of the main items of costs included in the cost of production and services, valuation of the trend of changes in the cost of products and services;

– requirements for working capital that is a justification of the data used to calculate the working assets including the volumes of standard stocks of raw materials and the main components of production, the number of days for covering receivable and payable balances by major objects of expenditure.

Analyzers encourage the managers to include the section «Investment Climate and Risks» into business plans. The most important components of the section are: description of legislative framework, the system of subordinate regulatory acts, the system of standardization, normative and methodological support of the internal activity of the enterprise in the form of complexes of organizational and management documentation; established rules on how to run business within professional community, even when these rules have not been established yet by the law and not fixed in any document, but they are acceptable for the participants.

The section «Achieving the Required Quality» is advisory in nature. However, product application characteristics for Ukrainian companies are still all-important issue.

The quality of products is considered as a complete set of all consumer properties of the product. The concept of «product quality» often is replaced by the term «technical level», reflecting only a few parameters of the product. As a result, a significant number of domestic products do not meet international quality standards.

The section «Ensuring Competitiveness» is not required for business plan. The provisions of this section in one form or another are usually written down in the sections «Market Analysis» and «Products». However, if the market of products (services) has been poorly analyzed and product competitiveness has been insufficiently justified these can have negative consequences. For example, if you overstate the future production requirements.

The section «Sales of Products» describes the marketing objectives and the company's strategy in the market. A marketing action plan including advertising, public relations, exhibitions, commercial promotional activities and others is provided. The budget of marketing by the base articles of expenses is also given. The price policy of the company is justified. Existing and planned channels of sales and distribution of products, including sales and distribution costs and costs associated with the sale of products (services) are analyzed.

Agreements or minutes of deliberations of goods selling at the proposed prices are given.

Effective management is the base tool served for the enterprise goal achievement. The investors consider usually management personnel (the management team) as the main aspect of successful project. In this regard, the business plan should include the section «Management and Personnel» which has the following subsections:

– structure of governance; it contains a description of the organizational structure of enterprise management, the composition of the structural divisions (shareholders' meeting, management, functional departments, and units), including their main functions;

– human resource policies. It is brief information on the top managers, their functions and responsibilities, education, practical experience. The information must also cover the change in the number of the company's personnel (creation of new jobs or possible reduction of old ones) if this will be necessary for project implementing. The financial section is the one of the most important in business plan. It contains the main results of financial analysis and evaluation of the investment project effectiveness.

«Report on Financial Results and Their Use», «Balance Sheet», and «Cash Flow Report», these are three internationally accepted documents that allow you to plan, analyze and monitor the investment project.

Financial reports are drawn up on the base of the initial information given in the previous sections of business plan.

In order to estimate the effectiveness of the investment project, calculations of the main common accepted performance indicators should be presented in this section.

With the aim of reducing the risk associated with the possibilities of making irrational decisions caused by inaccuracy and incorrectness of information on the conditions of the project, it is recommended to review and analyze several scenarios (options) for project implementation.

**Conclusion.** The business plan should ultimately give the right answer to such important issues of market relations as the possible cost of the project and the planned revenues. The business plan is the starting point and the ground of the planned and performing activities of the enterprise, a single source of strategic information about it. The business plan directly affects all results of the work of enterprise.

## REFERENCES

1. *Maksimova V.F. Investment management. Study and practical guide. – M.: EAOI Publishing House. – 214p.*
2. *Veselov D.V. The corporate governance and enterprise's investment attraction // Finance Magazine. – 2009. – V. № 191. – 92 p.*

3. *Lakhmetkina N.I. The enterprise investment strategy. Study guide. The 6-th reprint edition. –M.: KRONUS Publisher House, 2012. – 230 p.*

*Стаття надійшла до редакції 25.08.2017*

**Рецензенти:**

доктор технічних наук, професор, директор ННПНУП,  
Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова,  
м. Миколаїв **К.В. Кошкін**

АВТОРИ ЗБІРНИКА

---

**Автутов Микола Володимирович** – головний конструктор, директор по перспективному розвитку Морського інженерного бюро, м. Одеса

**Балобанов Олександр Олегович** – кандидат юридичних наук, доцент, завідувач кафедри «Транспортне право», професор Одеського національного морського університету

**Бутенко Наталія Федорівна** – науковий співробітник, керівник групи Морського інженерного бюро, м. Одеса

**Ворона Оксана Олександрівна** – головний спеціаліст, керівник групи Морського інженерного бюро, м. Одеса

**Гасанов Ельсєвер Акиф огли** – асистент Азербайджанської державної морської академії

**Греченко Павло Ігорович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Машинознавство» Одеського національного морського університету

**Дубровський Михайло Павлович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Морські та річкові порти, водні шляхи та їх технічна експлуатація» Одеського національного морського університету

**Єгоров Олександр Геннадійович** – старший науковий співпрацівник Морського інженерного бюро, м. Одеса

**Єгорова Ольга Геннадієвна** – молодший науковий співпрацівник Морського інженерного бюро, м. Одеса

**Єгоров Геннадій В'ячеславович** – доктор технічних наук, професор, генеральний директор Морського інженерного бюро, м. Одеса

**Ільницький Ігор Анатолійович** – 1-й заступник генерального директора Морського інженерного бюро, м. Одеса

**Конопльов Анатолій Васильович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Машинознавство» Одеського національного морського університету

**Мехтієв Гамлет Абдулалі огли** – доцент Азербайджанської державної морської академії

АВТОРИ ЗБІРНИКА

---

**Перепічко Майя Євгенівна** – асистент кафедри «Експлуатація морських портів і технологія грузових робіт» Одеського національного морського університету

**Петров Ігор Михайлович** – 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

**Пітерська Варвара Михайлівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Комерційне забезпечення транспортних процесів» Одеського національного морського університету

**Постан Михайло Якович** – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри «Менеджмент та маркетинг на морському транспорті» Одеського національного морського університету

**Саустіян Яна Павлівна** – аспірант кафедри Теорії та проектування суден Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Николаїв

**Сологуб Віктор Олегович** – аспірант кафедри «Машинознавство» Одеського національного морського університету

**Стехун Анжела Олексіївна** – старший викладач кафедри «Вища математика» Одеської державної академії будівництва та архітектури

**Суходоєв Юрій Пилипович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Основи і фундаменти» Одеської державної академії будівництва та архітектури

**Тонюк Валерій Іванович** – технічний директор Морського Інженерного бюро, м. Одеса

**Чередарчук Наталія Іванівна** – викладач кафедри «Математика, фізика та астрономія» Одеського національного морського університету

**Чернова Людмила Сергіївна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри Інформаційних управляючих систем і технологій Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Николаїв

**Шахов Анатолій Валентинович** – доктор технічних наук, професор, проректор з навчально-організаційної роботи Одеського національного морського університету

Наукове видання

# ВІСНИК ОДЕСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО МОРСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Збірник наукових праць

Випуск 3 (52)

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 20.10.2017.  
Формат 70x108/16. Папір офсетний. Ум. друк. арк. 13,1.  
Замовлення № 175.

Надруковано у Видавництві ОНМУ  
65029, м. Одеса, вул. Мечникова, 34.  
Тел. 728 31 14