

## STANDARD LOGISTIC UNIT OF WATERWAY TRANSPORT

## СТАНДАРТНАЯ ЛОГИСТИЧЕСКАЯ ЕДИНИЦА ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

**Anatolii F. Gal**[anatolij.gal@nuos.edu.ua](mailto:anatolij.gal@nuos.edu.ua)

ORCID: 0000-0003-1888-5962

**Anatolii Ya. Kazariev****Mykola V. Fatieiev**[mykola.fatyeyev@nuos.edu.ua](mailto:mykola.fatyeyev@nuos.edu.ua)

ORCID: 0000-0002-2663-6440

**А. Ф. Галь,**

канд. техн. наук, доц.;

**А. Я. Казарезов,**

д-р техн. наук, проф.;

**Н. В. Фатеев,**

канд. техн. наук, проф.

**Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv***Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев*

**Abstract.** The solution of the problem of the development of a logistic unit (vessel) for the maritime cluster of the south of Ukraine as a standard logistic unit of maritime logistics has been considered. The use of a water transport logistic unit (taking a ship of mixed navigation as an example) for providing the practical application of the theoretical logistics foundations in the cargo shipping management is studied. One of the issues for the development of shipping and shipbuilding in Ukraine is the construction of a standard barge hull for large-scale manufacture. The comparative characteristics of ships with standard hulls are given. One of the promising directions of the shipbuilding development in Ukraine is noted. It is the construction of standard hulls for carriers, self-propelled and non-self-propelled barges, bunkering, fishing and maintenance vessels. The recommendations for the selection of elements for the construction of standard vessels for Ukrainian cargo fleet are stated. The foreign experience of large-scale shipbuilding is analyzed. The recommendations for the development of a logistic unit (vessel) for the maritime cluster of the south of Ukraine. The comparative characteristics of ships with standard hulls are given. One of the promising directions of the shipbuilding development in Ukraine is noted. It is the construction of standard hulls for carriers, self-propelled and non-self-propelled barges, bunkering, fishing and maintenance vessels. The recommendations for the selection of elements for the construction of standard vessels for Ukrainian cargo fleet are stated.

**Keywords:** shipbuilding; standard vessel; carrier; barge; fishing vessel; maintenance vessel.

**Аннотация.** Приведены сравнительные характеристики судов со стандартными корпусами. Указано одно из перспективных направлений развития судостроения в Украине – строительство стандартных корпусов транспортных судов, самоходных и несамоходных барж, стоечных судов, рыболовных судов и судов технического флота. Приведены рекомендации по выбору элементов для строительства стандартных судов украинского транспортного флота.

**Ключевые слова:** судостроение; стандартное судно; транспортное судно; баржа; рыболовное судно; судно технического флота.

**Анотація.** Наведено порівняльні характеристики суден зі стандартними корпусами. Зазначено один з перспективних напрямків розвитку суднобудування в Україні – будівництво стандартних корпусів транспортних суден, самохідних і несамохідних барж, стоечних суден, риболовецьких суден та суден технічного флоту. Наведено рекомендації з вибору елементів для будівництва стандартних суден українського транспортного флоту.

**Ключові слова:** суднобудування; стандартне судно; транспортне судно; баржа; рибальське судно; судно технічного флоту.

## REFERENCES

- [1] Ashik V.V. *Proektirovanie sudov* [Ship design]. Sudostroenie Publ., 1975. 352 p.
- [2] Bronnikov A.V. *Morskie transportnye suda: Osnovy proektirovaniya* [Marine carriers: Design basics]. Leningrad, Sudostroenie Publ., 1984. 352 p.
- [3] Gilmer T.K. *Proektirovanie sovremennogo korablya* [Design of a modern ship]. Leningrad, Sudostroenie Publ., 1984. 376 p.

- [4] Yegorov G.V. «Liberti» – znachit svoboda [«Liberty» means freedom]. Odessa, Nikolay Dubrov Publ., 2009. 196 p.
- [5] Nogid L.M. *Proektirovanie morskikh sudov* [Design of marine vessels]. Leningrad, Sudostroenie Publ., 1976. 208 p.

**ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Украинское правительство ставит перед страной и промышленностью сложную, но разрешимую задачу – решение проблемы перевозок грузов водным транспортом в кратчайшие сроки и с максимально эффективным использованием ресурсов.

Решение указанной проблемы, по мнению авторов, возможно путем создания универсального стандартизованного транспортного средства, которое можно эксплуатировать как на внутренних водных путях, так и в морских условиях. Работа направлена на разработку рекомендаций по выбору элементов стандартизованного транспортного судна для украинского морского флота.

Эффективность крупносерийного производства вообще и в судостроении в частности не вызывает сомнений. Самым известным примером строительства большой серии однотипных судов было строительство судов серии «Либерти» в США. Наиболее полно в кораблестроительной литературе на русском языке этот пример рассмотрен в работе профессора Г.В. Егорова [4], где кроме экономических причин необходимости крупносерийного строительства судов, на которые ссылаются все исследователи, рассмотрена не менее важная для начала 40-х годов XX в. причина – военные действия, которые требовали оперативной перевозки грузов морским транспортом.

Крупносерийность производства в сочетании со специализацией отдельных предприятий позволила в свое время решить проблему в сжатые сроки и с обеспечением необходимого качества изделий при минимальной стоимости каждого судна. В настоящее время задача перевозок грузов водным транспортом может быть решена аналогичным путем в кратчайшие сроки и с максимально эффективным использованием ресурсов.

**АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Проблема создания стандартизованного транспортного судна для судостроения не нова.

Очевидный экономический закон выражает преимущества многократного производства идентичных изделий. Однако многообразие типов и назначений кораблей и судов, а также их высокая единичная стоимость накладывают ограничения на применение технических приемов массового производства, и верфи должны делать выбор между необходимостью производства разнообразной продукции, с одной стороны, и преимуществами специализации – с другой [3].

В результате постройки стандартных судов производительность труда на верфях США к концу 1942 года выросла по сравнению с 1938 годом в пять раз, что является результатом мер по перестройке, расширению судостроительного производства и усовершенствованию технологических процессов, принятых Морской комиссией [4].

Эта ситуация, которая существует не только в судостроении, может быть наглядно проиллюстрирована диаграммой. Кривая «стоимость единицы продукции – количество единиц продукции» очень близка к гиперболической зависимости. При существенном увеличении количества продукции кривая становится более или менее параллельной оси абсцисс, т. е. стоимость единицы продукции устанавливается на более или менее постоянном уровне. Результаты сравнительного анализа, проведенного применительно к кораблям различных размеров и типов, приведены в табл. 1 [3].

*Таблица 1. Процент снижения стоимости судна в зависимости от серийности постройки по Томасу Гилмеру*

Корабли, пассажирские и специальные суда		Навалочники и суда технического флота	
Количество единиц в серии	Снижение стоимости, %	Количество единиц в серии	Снижение стоимости, %
2	0	12	4,3
12	10,7	25	27
30	15	30	30

Обеспечить указанную в табл. 1 серийность в 30 единиц и более однотипных судов в настоящих условиях в Украине невозможно. Подобная серийность достигалась ранее при строительстве рыболовного флота и некоторых типов боевых кораблей.

**ЦЕЛЬЮ СТАТЬИ** является предложение и обоснование способа снижения стоимости водной транспортной единицы путем создания универсальной транспортной единицы.

Выход из сложившегося в судостроении Украины положения авторы видят не в создании универсальных судов различных типов, а в создании универсального стандартизованного транспортного средства, которое должно трансформироваться на стадии строительства в судно требуемого типа. Судно должно быть пригодным для эксплуатации как на внутренних водных путях, так и в морских условиях.

В связи с необходимостью создания универсального стандартизованного транспортного средства возникают две задачи. Первой представляется разделение судна на отдельные стандартные модули.

Из стандартных модулей формируется судно и, в первую очередь, его корпус. Второй задачей является определение габаритных размеров модульных элементов стандартного судна.

В статье предложен путь выделения отдельных модульных элементов стандартного судна и приведены рекомендации по определению габаритных размеров модульных элементов.

**ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА**

Стандартные модули, из которых предлагается формировать корпус судна, для повышения степени унификации и снижения стоимости предлагается изготавливать в основном из плоскостных секций. В более сложных случаях секции могут иметь поверхность, которая разворачивается на плоскость.

Для судов серии «Либерти» развертка листов судовой поверхности показала, что только для двух листов наружной обшивки с каждого борта в носовой оконечности судна требовалась гибка [4]. Сокращение номенклатуры применяемых толщин металла с 75 до 27 единиц и уменьшение в ряде случаев толщины привели к увеличению дедевейта судна на 430 т. В пересчете на построенные за время войны 2580 судов рост грузоподъемности составил 1,1 млн т [4].

Теоретический корпус ЕС-2 получился достаточно удачной формы: он был относительно полным в носу, с углом заострения ватерлинии 45° и отличался прекрасной обтекаемостью кормовой оконечности. Коэффициент полноты водоизмещения составил 0,759, абсцисса центра величины располагалась на 0,3 м в нос от миделя [4]. Обращаем внимание на значение коэффициента полноты водоизмещения (0,759), к которому вернемся далее.

На первых морских судах с упрощенными обводами шпангоуты были образованы отрезками прямых линий. Такие же обводы применялись на некоторых типах стандартных судов, которые были построены во время Первой мировой войны крупными сериями для пополнения больших потерь в тоннаже транспортного флота. Упрощение обводов позволило значительно ускорить постройку и увеличить выпуск транспортных судов, а значит, и снизить их стоимость.

Основным доводом оппонентов, возражающих и сегодня против судов с упрощенными обводами, является не столько ухудшение внешнего вида судна, сколько тезис о возрастании сопротивления воды движению судна с упрощенными обводами по сравнению с судном с традиционными обводами. Указанный тезис является достаточно спорным. Рассмотрим результаты буксировочных испытаний моделей судов, полученные рядом авторов [1, 3, 5].

Испытания моделей траулеров постройки Северной верфи [5] с традиционными и с упрощенными обводами показали, что при скорости хода 10,0...10,5 уз (число Фруда составляло 0,234...0,246) оба судна

имели приблизительно одинаковые значения буксировочного сопротивления. Траулеры имели следующие размерения: длину 49 м, ширину 9 м, осадку 3,82 м, водоизмещение 960 м<sup>3</sup>, коэффициент полноты объемного водоизмещения 0,57. Соотношения значений буксировочного сопротивления для судов с традиционными и с упрощенными обводами при различных скоростях хода приведены в табл. 2.

Таблица 2. Зависимость буксировочного сопротивления траулера от скорости хода

Характеристика судна	Скорость хода, уз			
	8	9	10	11
Судно с традиционными обводами	80	139	225	331
Судно с упрощенными обводами	71	124	217	338
Приращение буксировочного сопротивления, %	-11,3	-10,8	-3,6	+2,1

Вывод является более чем убедительным – для тихоходного судна при сравнительно малом коэффициенте полноты объемного водоизмещения (0,57) буксировочное сопротивление судна с упрощенными обводами может быть меньше, чем судна с традиционными обводами.

Испытания двух серий моделей грузовых судов с коэффициентами общей полноты 0,71 и 0,82 были проведены Johnson N.V. [3]. В каждой серии испытывались модели судов с традиционными обводами (А) и с возрастающей степенью упрощения обводов (В), (С), (D).

Суда первой серии (71) имели следующие размерения: длину 121,9 м, ширину 17,07 м, осадку от 7,11 до 7,59 м, водоизмещение соответственно 10540 и 11390 м<sup>3</sup>, коэффициент полноты объемного водоизмещения соответственно 0,712 и 0,721. Результаты испытаний судов первой серии [5] приведены в табл. 3.

Таблица 3. Значения буксировочного сопротивления моделей грузовых судов первой серии в зависимости от степени упрощения обводов судна и осадки, %

Характеристика	Обводы судна			
	(А-71)	(В-71)	(С-71)	(D-71)
Осадка судна 7,11 м				
Буксировочное сопротивление	100	97,1	105,3	150,3
Приращение буксировочного сопротивления, %	0	-2,9	+5,3	+50,3
Осадка судна 7,59 м				
Буксировочное сопротивление	100	100	109	156,5
Приращение буксировочного сопротивления, %	0	0	+9	+56,5

Суда второй серии (82) имели размерения, которые в основном соответствовали судам первой серии,

однако имели более полные обводы корпуса. Коэффициент общей полноты судов второй серии составил 0,82. Результаты испытаний судов второй серии [5] приведены в табл. 4.

**Таблица 4. Значения буксировочного сопротивления моделей грузовых судов второй серии в зависимости от степени упрощения обводов судна и осадки, %**

Характеристика	Обводы судна			
	(А-82)	(В-82)	(С-82)	(D-82)
Осадка судна 7,11 м				
Буксировочное сопротивление	100	119	–	–
Приращение буксировочного сопротивления, %	0	+19	–	–
Осадка судна 7,59 м				
Буксировочное сопротивление	100	117	120	–
Приращение буксировочного сопротивления, %	0	+17	+20	–

В качестве общего вывода из проведенных испытаний исследователями указано, что при малых и умеренных коэффициентах общей полноты возможно проектирование судов с упрощенными обводами, которые приблизительно равноценны или даже превосходят по ходовым качествам суда с традиционными обводами.

Указанный результат, полученный для транспортных судов, полностью совпадает с результатом испытаний для траулеров. Однако следует отметить и еще один вывод, к которому пришли исследователи и который не является очевидным. Буксировочное сопротивление судна с упрощенными обводами может быть меньше, чем у судна с традиционными обводами, не только при средних и малых значениях коэффициента общей полноты судна – 0,57...0,72, но и при малых скоростях хода судна – порядка 10 уз (число Фруда 0,25).

Значительное упрощение обводов судна сводится к построению обводов сопряжением ряда плоскостей. Примером подобного упрощения обводов служат суда типа «Пионер». Варианты судна имеют одинаковые ширину и высоту борта, при этом различаются только длиной цилиндрической вставки, а значит, и длиной судна. Разработчики утверждают, что при правильно выбранном расположении плоскостей судно с плоскими обводами не уступает или даже несколько превосходит по ходовым качествам судно с традиционными обводами [1, 5].

При проектировании судна типа «Пионер» фактически был использован модульный принцип. Корпус судна состоит из пяти частей – модулей: носовой части, средней, двух промежуточных и кормовой. Промежуточные части взаимозаменяемы – правая бортовая секция носовой промежуточной части и ле-

вая бортовая секция кормовой промежуточной части одинаковы [5].

Суда, строившиеся для замены судов типа «Либерти» в послевоенные годы, строго говоря, не являлись стандартными. Основное отличие их заключалось в том, что строились эти суда по проектам, разработанным заранее, а не по индивидуальным проектам, разработанным по требованиям заказчика. По существу, это были суда стандартной постройки [2].

Тщательность обработки проектов стандартных судов, хорошее соответствие их требованиям фрахтового рынка и судовладельцев, льготные условия при постройке по сравнению с судами, строившимися по индивидуальным проектам, обеспечили популярность стандартных судов. В результате появились стандартные суда второго, а затем и третьего поколения.

Наблюдалось расширение диапазона вариантов базового проекта стандартного судна – увеличение мощности силовой установки, автоматизация управления энергетической установкой, подкрепление корпуса судна, замена грузовых устройств, повышенная комфортность жилых и служебных помещений и т. п.

Типичным примером стандартного судна служит проект ММД (Multi – Modal – Design). Базовый вариант стандартного судна – двухпалубное, пятитрюмное, универсальное сухогрузное судно дедвейтом 18300 т.

При сохранении неизменными носовой и кормовой оконечностей универсальное сухогрузное судно трансформируется в судно для перевозки массовых грузов, в контейнеровоз или танкер за счет замены средней (грузовой) части судна. Возможен вариант удлинения грузовой части судна за счет цилиндрической вставки и увеличения дедвейта до 30000 т [2].

В данном случае судно состоит из трех стандартных модулей: двух оконечностей и грузовой части. Грузовая часть судна, в свою очередь, состоит из стандартных секций и блоков, количество которых определяет длину судна в целом.

В исходном состоянии суда типа «Либерти» предназначались для перевозки генеральных грузов. Для модификаций использовали корпус судна и оборудование основного проекта. В результате стандартный «Либерти» превращался в нефтеналивное, навалочное, военно-транспортное судно, транспорт для перевозки танков или самолетов, плавучий госпиталь или плавучую мастерскую [4].

Однако, используя корпус судна и оборудование основного проекта при создании различных типов судов, проект судна перерабатывался в целом. Эта переработка была сопряжена с затратами материальных ресурсов и времени. Стандартное судно проекта ММД, в отличие от модификаций судна типа «Либерти», заранее готово к любому варианту модуля грузовой части, а значит, и к созданию различных типов

судов без дополнительных затрат ресурсов в каждом конкретном случае.

Существует две основные причины, по которым дальнейшие попытки создания стандартных судов не были столь успешны, как в случае с серией судов «Либерти».

Первая из причин считается очевидной – количество судов в последующих сериях было мало для получения существенного экономического эффекта.

Вторая причина менее очевидна – стандартные суда последующих серий были технически сложнее, чем суда серии «Либерти». Причем во всех случаях последующих серий стандартных судов не удалось избежать принципиальной ошибки. Суть этой ошибки в том, что при проектировании судов «Либерти» был использован принцип максимально возможного упрощения и удешевления судна. При этом в жертву стандартизации были принесены не только эстетические требования, но и уровень технического совершенства судов.

Критики судов «Либерти», теперь это очевидно, были не правы, однако их доводы едва не провалили успешный проект. Только сложные экономические условия смогли переломить ситуацию в пользу стандартных судов серии «Либерти».

Проектировщики последующих серий стандартных судов не смогли, в силу объективных обстоятельств, использовать принцип максимально возможного упрощения и удешевления стандартного судна. Это в сочетании с относительно малой серийностью и решило дальнейшую судьбу указанных проектов.

Очевидно, что достигнуть уровня серийности, который был при строительстве судов серии «Либерти», в условиях украинского судостроения не представляется возможным. В то же время проектирование судов из стандартных элементов – модулей носовой и кормовой оконечностей, модуля машинного отделения, модуля цилиндрической вставки, модуля надстройки – вполне возможно.

Конструирование корпусов судов следует выполнять из стандартных модулей – объемных блоков и секций, что позволит поднять коэффициент серий-

ности постройки если не для судов, то для модулей. Производство стандартных модулей может быть налажено серийно без относительной привязки к конкретным заказам судов различных размеров того или иного конструктивного типа.

## ВЫВОДЫ

1. Главный урок создания стандартных судов (типа «Либерти») – морская транспортировка грузов является определяющей в глобальном разделении труда. Поэтому государство, которое хочет быть свободным в своей внешнеэкономической деятельности, не может обойтись без национального торгового флота.

2. Состояние морского и речного флота в Украине объективно является неудовлетворительным, что, в свою очередь, существенно влияет на состояние судостроения. Решение проблемы пополнения флота с помощью строительства стандартных судов позволит решить ряд экономических проблем на уровне судовладельцев, судостроителей и государства в целом.

3. Для дальнейшего развития стандартизованного судостроения необходимо перейти к конструированию корпусов судов из стандартных модулей – объемных блоков и секций.

4. Представляется необходимым уменьшение типоразмерного ряда судов с одновременным увеличением серийности. Достижение поставленной цели предлагается осуществлять за счет специализации и широкой кооперации судостроительных предприятий.

5. Требуется создание нормативно-правовой базы для строительства, надзора и эксплуатации стандартизованных судов.

В дальнейших исследованиях необходимо разработать комплексную программу развития стандартизованного судостроения на государственном уровне. Для реального внедрения модульного судостроения следует выполнить технико-экономическое обоснование необходимой степени стандартизации судостроительной продукции.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Ашик, В. В. Проектирование судов [Текст] / В. В. Ашик. – Л. : Судостроение, 1975. – 352 с.
- [2] Бронников, А. В. Морские транспортные суда: основы проектирования [Текст] : учебное пособие / А. В. Бронников. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Судостроение, 1984. – 352 с.
- [3] Гилмер, Т. К. Проектирование современного корабля [Текст] : [пер. с англ.] / Т. К. Гилмер. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Судостроение, 1984. – 376 с.
- [4] Егоров, Г. В. «Либерти» – значит свобода [Текст] / Г. В. Егоров. – О. : издатель Николай Дубров, 2009. – 196 с.
- [5] Ногид, Л. М. Проектирование морских судов [Текст] / Л. М. Ногид. – Л. : Судостроение, 1976. – 208 с.

© А. Ф. Галь, А. Я Казарезов, М. В. Фатеев

Надійшла до редколегії 07.11.2014

Статтю рекомендує до друку член редколегії ЗНП НУК д-р екон. наук, проф. І. О. Іртіщєва