

УДК 629.12

## АНАЛИЗ ТРУДОЕМКОСТИ ПОСТРОЙКИ МОДУЛЬНОГО СУДНА

**Кочнев Юрий Александрович**<sup>1</sup>, доктор технических наук, доцент

*e-mail:* [tmnnkoch@mail.ru](mailto:tmnnkoch@mail.ru)

**Анучин Алексей Юрьевич**<sup>1</sup>, магистрант

*e-mail:* [An52rus@yandex.ru](mailto:An52rus@yandex.ru)

<sup>1</sup> Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

**Аннотация.** В докладе представлено сравнение серийных судов с модульными судами по таким основным параметрам как трудоемкость и стоимость их изготовления. Определяется понятие «модуль» применительно к судостроению. Приводится архитектурно-конструктивный вид модулей и судов в целом.

**Ключевые слова:** модуль, судно, танкер, сухогрузное судно, блок.

## ANALYSIS OF THE COMPLEXITY OF BUILDING A MODULAR VESSEL

**Kochnev Yuri Alexandrovich**<sup>1</sup>, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

*e-mail:* [tmnnkoch@mail.ru](mailto:tmnnkoch@mail.ru)

**Anuchin Alexey Yurievich**<sup>1</sup>, Master's Degree Student

*e-mail:* [An52rus@yandex.ru](mailto:An52rus@yandex.ru)

<sup>1</sup> Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

**Abstract.** The report presents a comparison of serial vessels with modular vessels according to such basic parameters as the labor intensity and cost of their manufacture. The concept of "module" is defined in relation to shipbuilding. The architectural and constructive view of the modules and ships as a whole is given.

**Keywords:** module, vessel, tanker, dry cargo vessel, block.

### Определение понятия «Модуль»

Под понятием «модуль» подразумевается самостоятельное изделие, имеющее автономную документацию на изготовление, полностью собранное, прошедшее функциональную проверку и готовое к монтажу. Модули могут легко соединяться, образуя сложные системы – судно в целом или готовые плавучие сооружения. Они также могут заменяться с целью получения судов с другими компонентами и характеристиками, что ускоряет ремонт, облегчает обслуживание и модернизацию. Внедрение модульного принципа в судостроение предполагает использование конструктивных и технологических

модулей, то есть блоков, агрегатов, унифицированных элементов оборудования и оснастки [1].

Идея модульного метода построения судов заключается в том, чтобы имея неизменные универсальные кормовой и носовой модули, изменяя только блоки в цилиндрической вставке судна конфигурировать суда различных назначений и габаритов (меняя количество блоков в цилиндрической вставке) под различные требования заказчика и условия эксплуатации.

Использование максимально унифицированных строительных модулей позволит сократить трудоемкость, длительность и объем проектно-конструкторских работ, время строительства различных типов судов, снизить себестоимость, а также передать строительство малонасыщенных блоков цилиндрической вставки предприятиям с низкой технической подготовкой.

### **Обоснование конструкции модулей**

На основе анализа общей компоновки современных сухогрузных и наливных судов внутреннего и смешанного плавания можно выделить кормовой и носовой модули, в большей степени универсальные для судов обоих типов, и модули цилиндрической вставки, которая разделяется на блоки равной длины. Убавляя или прибавляя блоки к начальной конфигурации судна можно изменять его длину. Именно от конфигурации блоков цилиндрической вставки будет зависеть назначение судна. Эти блоки можно выполнить в исполнении «Танкер» и «Сухогрузное судно», предполагая, что в конфигурации «Сухогрузного судна» оно будет способно вместить максимальное количество контейнеров для выбранного размера судна. При этом выполнить конструкцию разных исполнений взаимодополняемой, то есть, в конфигурацию блоков для «Сухогрузного судна» нужно добавить продольную и поперечные переборки (добавление поперечных переборок позволит за один рейс перевозить несколько видов грузов) и закрытую палубу для того, чтобы получить конфигурацию «Танкер». Вариации исполнения мидель шпангоута представлены на рисунке 1. Внешний вид блоков модульных судов представлен на рисунке 2. Общий вид модульных судов разных конфигураций длиной 141 м представлен на рисунке 3.

Для модульных судов принимаем следующие основные характеристики:

*Таблица 1*

**Основные характеристики модульных судов**

Тип судна	Сухогруз/Танкер
Класс судна	М-СП
Длина наибольшая, м	141 / 110 / 90
Ширина расчетная, м	16,5
Высота борта, м	6,0
Осадка в реке, м	3,6



## Состав оборудования в блоках модульных судов

№ Блока	Тип судна	
	Сухогруз	Танкер
Блок носовой	Лаг, эхолот, ПУ, насосы, якорное и швартовное устройства, мачты	
Блоки цилиндрической вставки	Балластные насосы, швартовное устройство, грузовое устройство,	Балластные насосы, швартовное устройство, палубный трубопровод, зачистная система, система подогрева груза, манифольды, система вентиляции танков, система орошения
Блок кормовой	Мачты, спасательное устройство, якорное и швартовное устройства, винторулевые колонки, главные двигатели, вспомогательные дизель-генераторы, котлы, средства связи и сигнализации, трюмные и балластные системы, системы пожаротушения, системы бытового водоснабжения, сточно-фановые системы, системы вентиляции и кондиционирования, системы хозяйственного пароснабжения, системы сжатого воздуха, системы гидравлики.	

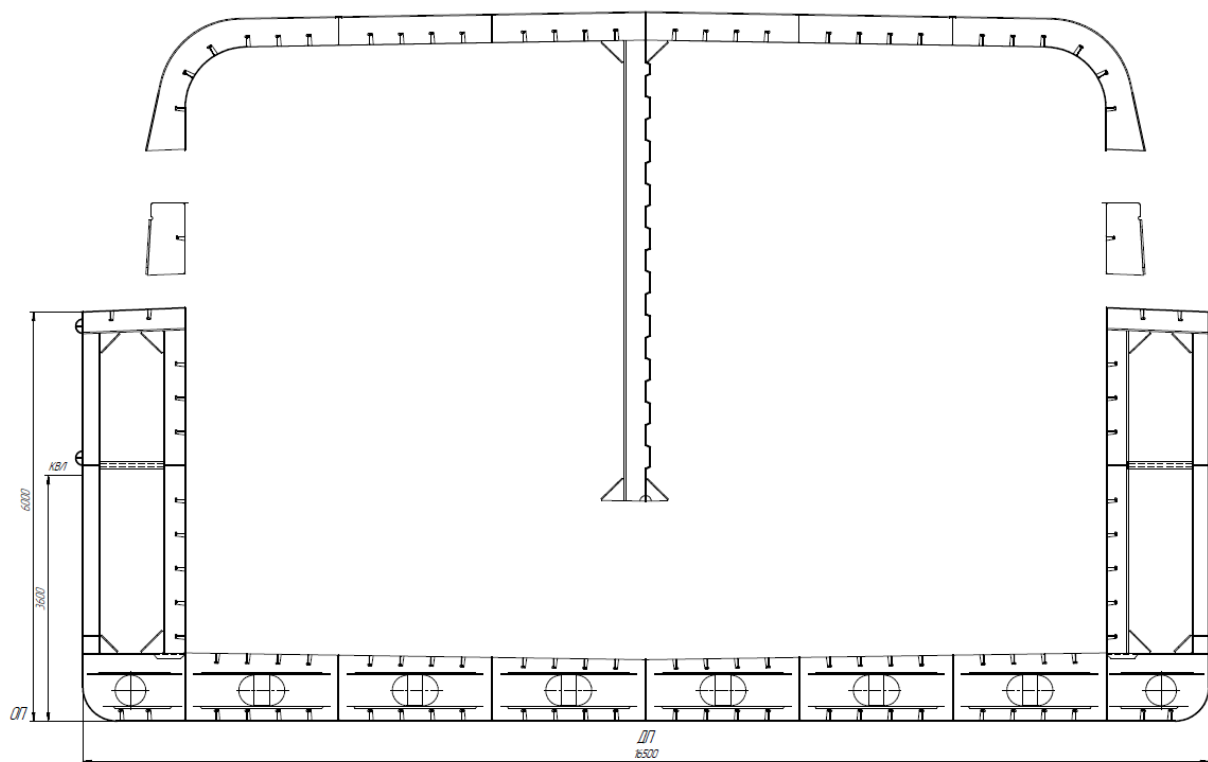


Рисунок 1 – Конструкция мидель шпангоута

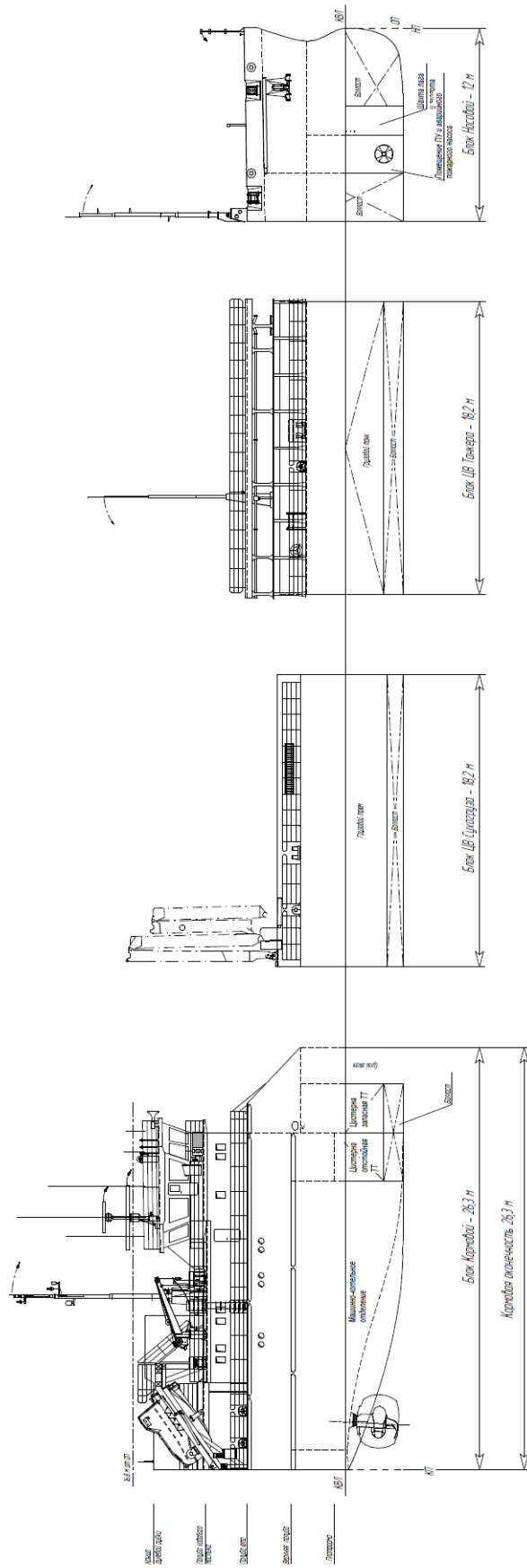
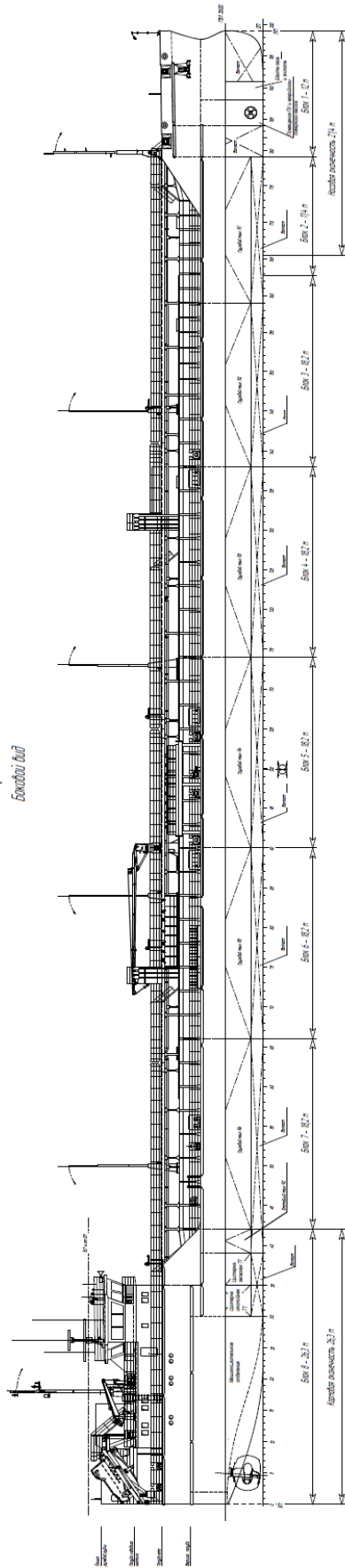


Рисунок 2 – Эскиз блоков модульного судна

Танкер 141 м  
Бортовой вид



Сухогруз 141 м  
Бортовой вид

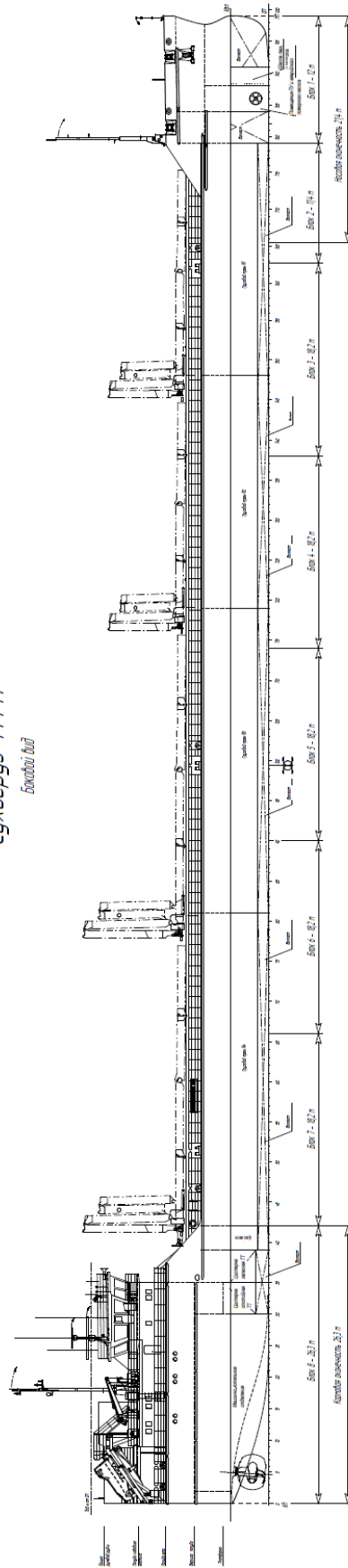


Рисунок 3 – Эскизы модульных судов длиной 141 м

Снижение стоимости постройки судов в данном случае будет, в большей степени зависит от снижения трудоёмкости, в следствии применения модульного принципа. Для её оценки были проведены расчеты по РД5Р.ГКЛИ.3520-034-2014 [2] для сухогрузов и РД5Р.ГКЛИ.3520-032-2014 [3] для танкеров.

Данные по стоимости материалов и оборудования были приняты на основании расчетов ориентировочной стоимости судна проекта 00216М [4].

На основе массы корпусов судов прототипов рассчитаны массы корпусов модульных судов длиной 141, 110 и 90 м. Результаты расчета массы корпусов представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Масса корпуса и надстройки модульных судов.**

Длина судна, м	Масса корпуса и надстройки, т	
	Тип судна	
	Сухогруз	Танкер
141	1624	1591
110	1298	1275
90	1088	1071

Трудоёмкость постройки судов в целом определяется по формуле:

$$T_c = K_n \cdot K_T \cdot \sum_{j=1}^0 T_j; \quad (1)$$

где  $K_n$  – коэффициент, учитывающий годовой выпуск судов;

$K_T$  – коэффициент серийности;

$T_j$  – трудоёмкость вида работы при постройке серийно освоенного судна.

Результаты расчета трудоёмкости и стоимости серийных и модульных судов представлены в таблицах 4 и 5.

Таблица 4

**Трудоёмкость и стоимость постройки серийных судов**

Параметр	Длина судна, м	Тип судна	
		Сухогруз	Танкер
Трудоёмкость постройки, тыс. чел-ч.	141	199,77	233,12
Стоимость постройки, млрд. руб.		1,82	1,89
Трудоёмкость постройки, тыс. чел-ч.	110	180,12	206,53
Стоимость постройки, млрд. руб.		1,76	1,84
Трудоёмкость постройки, тыс. чел-ч.	90	165,95	189,37
Стоимость постройки, млрд. руб.		1,73	1,81

Таблица 5

**Трудоёмкость и стоимость постройки модульных судов**

Параметр	Длина судна, м	Тип судна	
		Сухогруз	Танкер
Трудоёмкость постройки, тыс. чел-ч.	141	143,11	186,51
Стоимость постройки, млрд. руб.		1,69	1,78
Трудоёмкость постройки, тыс. чел-ч.	110	122,48	159,55
Стоимость постройки, млрд. руб.		1,63	1,73



Трудоемкость постройки, тыс. чел-ч.	90	108,5	142,54
Стоимость постройки, млрд. руб.		1,6	1,69

На рисунках 4 и 5 в виде графиков показана разница в трудоемкости и стоимости серийных и модульных судов.

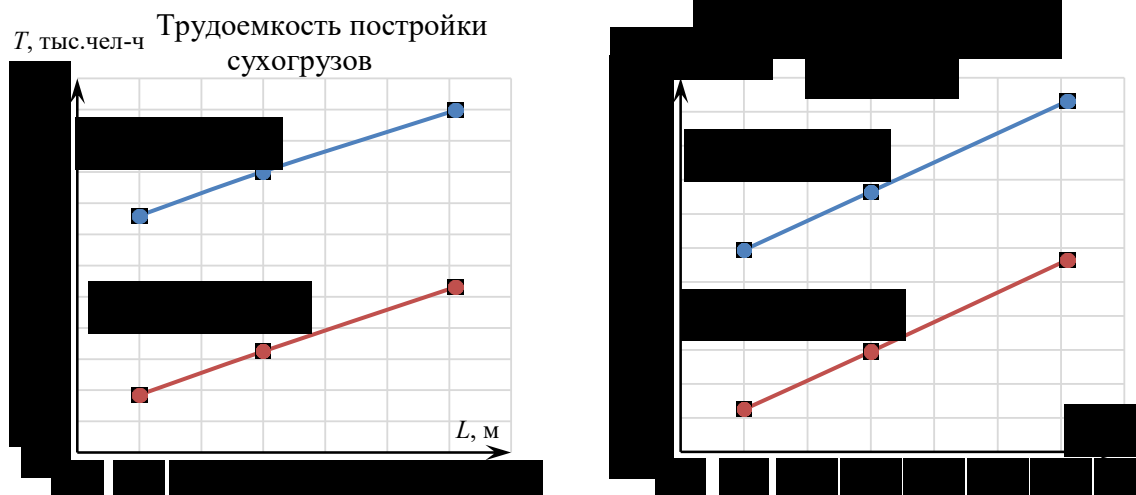


Рисунок 4 – Разница в трудоемкости серийных и модульных судов

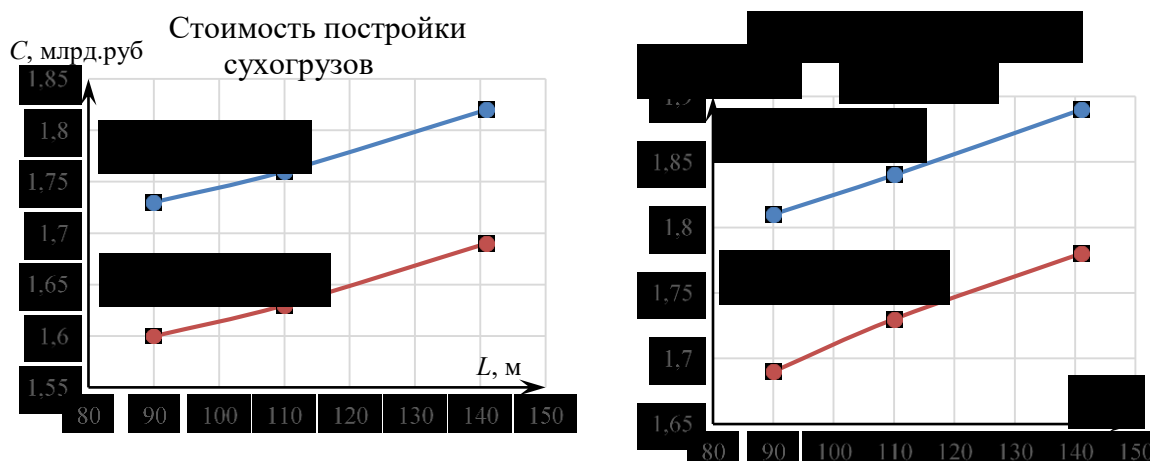


Рисунок 5 – Разница в стоимости серийных и модульных судов

Из полученных графиков можно сделать вывод, что при постройке судов с помощью модульного принципа трудоемкость снижается на 55 тыс. чел-ч (28%) у сухогрузного судна и на 50 тыс. чел-ч (20%) у танкера. Стоимость постройки каждого судна снижается на 130 млн. руб. (7%) у сухогрузного судна и на 110 млн. руб. (6%) у танкера.

#### Список литературы:

1. А.Н. Риммер, М.К. Глозман. Модульная постройка судов. Ленинград – 1983. – С. 46 – 50.
2. РД5Р.ГКЛИ.3520-034-2014. Типовые нормативы трудоемкости постройки сухогрузных судов речного, озерного и смешанного плавания. Москва – 2016.

3. РД5Р.ГКЛИ.3520-032-2014. Типовые нормативы трудоемкости постройки танкеров. Москва – 2016.
4. Расчет трудоемкости и стоимости постройки судна проекта 00216М. – Нижний Новгород: АО КБ «Вымпел» – 2022.

