

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МОРСКОЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Океанотехника и кораблестроение»

РАСЧЕТ ТРУДОЕМКОСТИ ПОСТРОЙКИ СУДНА

Методические указания
к выполнению практической работы № 1
по дисциплине «Подготовка производства в судостроении»
для студентов специальности
26.05.01 «Проектирование кораблей, судов
и объектов океанотехники»
всех форм обучения

Севастополь
СевГУ
2024

УДК [629.5.081:658.512.6](076.5)

ББК 39.42-6-5*я73

P24

Р е ц е н з е н т:

К.В. Перепадя – канд. техн. наук, доцент

Составители: Г.В. Лекарев, С.В. Василенко

P24 Расчет трудоемкости постройки судна: методические указания к выполнению практической работы № 1 по дисциплине «Подготовка производства в судостроении» для студентов специальности 26.05.01 «Проектирование кораблей, судов и объектов океанотехники» всех форм обучения / Севастопольский государственный университет, Морской институт, кафедра «Океанотехника и кораблестроение» ; сост.: Г. В. Лекарев, С. В. Василенко. – Севастополь : СевГУ, 2024. – 11 с. – Текст : электронный.

Целью настоящих методических указаний является оказание методической помощи студентам специальности 26.05.01 «Проектирование кораблей, судов и объектов океанотехники» всех форм обучения при выполнении практических работ по дисциплине «Подготовка производства в судостроении».

УДК [629.5.081:658.512.4](076.5)

ББК 39.42-6-5*я73

Рассмотрено и рекомендовано на заседании кафедры «Океанотехника и кораблестроение» в качестве методических указаний по дисциплине «Подготовка производства в судостроении» к выполнению практической работы для студентов специальности 26.05.01 «Проектирование кораблей, судов и объектов океанотехники» всех форм обучения, протокол № 6 от 01 марта 2024 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Укрупненный расчет трудоемкости постройки судна	4
2. Расчет трудоемкости по видам работ	5
3. Расчет трудоемкости по основным видам механомонтажных работ	7
4. Расчет трудоемкости по основным видам корпусостроечных работ	7
5. Определение площади цеха	8
6. Содержание отчета	9
Библиографический список	10
Приложение А. Исходные данные для расчета трудоёмкости	11

Цель работы – освоение студентами методов определения трудоемкости изготовления судна, расчета трудоемкостей по основным видам производства.

Порядок проведения работы

1. УКРУПНЕННЫЙ РАСЧЕТ ТРУДОЕМКОСТИ ПОСТРОЙКИ СУДНА

Зависимость между водоизмещением порожнем D_n , но без постоянных жидких грузов и жидкого балласта и полным водоизмещением судна D приближенно можно принять:

для танкеров:

$$D_n = 0,95 \cdot (1,6 + 0,17 \cdot D), \text{ тыс. т}; \quad (1.1)$$

для сухогрузов:

$$D_n = 0,95 \cdot (0,6 + 0,3 \cdot D), \text{ тыс. т}; \quad (1.2)$$

где D – водоизмещение в тыс. т.

Укрупненный расчет трудоемкости постройки судна для серийно освоенного судна (серийно освоенным считается судно, при постройке которого полностью отработаны и освоены производством конструктивно–технологические решения, предусмотренные проектом. Коэффициент серийности такого судна $k_{cm} = 1$) выполняется по формуле

$$T_c = t \cdot D_n \cdot k_y, \text{ н.ч}, \quad (1.3)$$

где D_n – водоизмещение судна порожнем, но без постоянных жидких грузов и жидкого балласта, т: t – удельная трудоемкость постройки судна (н.ч/т), определяемая по формулам: для танкеров $D_n = 1000 \dots 12500$ т при постройке на горизонтальном закрытом стапеле:

$$t = 1200 \cdot D_n^{-0.269}, \quad (1.4)$$

а при больших значениях D_n при постройке в закрытом строительном доке

$$t = 97,4 - 0,0007 \cdot D_n \quad (1.5)$$

для сухогрузов общего назначения и контейнерных судов при постройке в эллинге

$$t = 1350 \cdot D_n^{-0.305}; \quad (1.6)$$

k_y – коэффициент, учитывающий изменение особенностей постройки данного судна по сравнению с базовым, принятым в формулах (1.4) – (1.6).

Численные значения k_y для стапельной сборки приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Значение коэффициентов k_y при стапельной сборке

Условия постройки	k_y
Работы на закрытом горизонтальном ПМ или в закрытом строительном доке	1,0
Работы на наклонном стапеле	1,10
Работы в условиях открытого стапеля (ПМ)	1,20

Например, для сухогруза в качестве базового варианта принята постройка в эллинге (горизонтальное закрытое построечное место). При постройке сухогруза на открытом горизонтальном построечном месте следует принять:

$k_y = 1,2$, на продольном стапеле;

$k_y = 1,2 \cdot 1,1 \approx 1,3$, в открытом доке $k_y = 1,2$.

2. РАСЧЕТ ТРУДОЕМКОСТИ ПО ВИДАМ РАБОТ

Для любого судна серии

$$T_i = T_c \cdot k_{c.m} = t \cdot D_n \cdot k_y \cdot k_{c.m}, \quad (1.7)$$

где $k_{c.m.}$ – коэффициент серийности по трудоемкости. Значение его для решения задач можно принять по таблице 1.12 [2].

Расчет трудоемкости по видам работ можно выполнить так:

а) укрупненно по удельным значениям трудоемкости α_i :

$$T_i = \alpha_i T / 100, \text{ н.ч} \quad (1.8)$$

где T – полная трудоемкость постройки судна. Значения α_i , можно принять по таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Удельное значение трудоемкости α_i по видам работ

Виды работ	Значение α_i , %	
	Танкеры	Сухогрузы
Изготовление деталей корпуса	5 – 8	5 – 7
Предварительная сборка	10 – 15	12 – 18
Формирование корпуса	16 – 20	11 – 17
Трубомонтажные работы (изготовление и монтаж систем)	10 – 14	6 – 9
Механомонтажные работы	5 – 8	5 – 9
Достроечные работы	25 – 34	27 – 36
Испытания и сдача	8 – 9	3 – 5
Прочие работы	5–10	10 – 15

Примечание. Для каждого судна сумма принятых значений α_i должна составить 100 % с учетом прочих работ.

б) с помощью удельных показателей трудоемкости t_i , (табл. 1.3) по видам работ:

$$T_i = t_i \cdot P_i, \text{ н.ч.}, \quad (1.9)$$

где P_i – натуральные показатели объема работ, значения которых следует принимать по нагрузке судна, а при решении задач можно принять их укрупненно по таблице 1.4.

Таблица 1.3 – Удельная трудоемкость t_i по видам работ для танкеров и сухогрузов

Виды работ	Показатель объема работы P_i , т	t_i , н.ч/т	
		Танкеры	Сухогрузы
Изготовление деталей корпуса	P_K – масса металлического корпуса	$t_{u.d.} = 58,2 \cdot P_K^{-0.231}$	$t_{u.d.} = 516 \cdot P_K^{-0.52}$
Предварительная сборка		$t_{n.c} = 334 \cdot P_K^{-0.314}$	$t_{n.c} = 415 \cdot P_K^{-0.337}$
Формирование корпуса		$t_{\phi.k} = 248 \cdot P_K^{-0.247}$	$t_{\phi.k} = 1250 \cdot P_K^{-0.494}$
Трубомонтажные работы (изготовление и монтаж систем)	P_{mc} – масса трубопроводов и систем	$t_{m.c} = 393 \cdot P_{mc}^{-0.103}$	$t_{m.c} = 680 \cdot P_{mc}^{-0.195}$
Механомонтажные работы	P_m – масса механизмов, водопроводов, устройств, электрооборудования	$t_m = 360 \cdot P_m - 0,262$	$t_m = 104 \cdot P_m - 0,133$
Корпусодостроечные работы	D_n – водоизмещение порожнем	$t_{\phi} = 404 \cdot D_n^{-0.329}$	$t_{\phi} = 1470 \cdot D_n^{-0.489}$
Испытания (подготовка к испытаниям, швартовные и ходовые испытания, ревизия, контрольный выход в море)		$t_u = 99,1 \cdot D_n^{-0.34}$	$t_u = 565 \cdot D_n^{-0.618}$

Таблица 1.4 – Значение P_i для танкеров и сухогрузов

Показатели	P_i в % от D_n	
	Танкеры	Сухогрузы
P_K – масса металлического корпуса	65 – 70	50 – 60
P_{mc} – масса трубопроводов и систем	5 – 7	2 – 4
P_m – масса механизмов, валопроводов, устройств, электрооборудования	15 – 20	20 – 30
Прочие	15 – 3	28 – 6
Всего	100	100

3. РАСЧЕТ ТРУДОЕМКОСТИ ПО ОСНОВНЫМ ВИДАМ МЕХАНОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

Расчет трудоемкости по основным видам механомонтажных работ укрупненно можно выполнить по формуле

$$T_i = \beta_i \cdot T_m \text{ н.ч} \quad (1.10)$$

где T_m – общая трудоемкость механомонтажных работ; β_i – удельное значение трудоемкости i -ого вида механомонтажных работ, которое можно принять по таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Удельное значение трудоемкости по основным видам механомонтажных работ

Виды механомонтажных работ	Удельное значение β_i , %	
	Танкеры	Сухогрузы
Монтаж главной ЭУ и оборудования ее помещений	45 – 50	30 – 40
Монтаж вспомогательной ЭУ и оборудования ее помещений	10 – 20	10 – 20
Монтаж валопроводов и движителей	3 – 5	4 – 6
Монтаж электроэнергетической системы	15 – 25	25 – 40
Прочие монтажные работы	5 – 10	10 – 15
Всего	100	100

4. РАСЧЕТ ТРУДОЕМКОСТИ ПО ОСНОВНЫМ ВИДАМ КОРПУСОДОСТРОЕЧНЫХ РАБОТ

Расчет трудоемкости по основным видам корпусодостроечных работ укрупненно можно выполнить по формуле

$$T_i = \gamma_i \cdot T_\partial \text{ н.ч}, \quad (1.11)$$

где T_∂ – трудоемкость корпусодостроечных работ; γ_i – удельное значение трудоемкости i -ого вида корпусодостроечных работ, которое можно принять по таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Удельное значение трудоемкости по основным видам корпусодостроечных работ

Виды корпусодостроечных работ	Удельное значение работ γ_i , %	
	Танкеры	Сухогрузы
Окраска	30 – 35	30 – 40
Изоляция	10 – 20	9–15
Оборудование помещений	15 – 20	13–15
Монтаж судовых устройств	5–10	7 – 8
Монтаж дельных вещей	5 – 10	9–16
Покрытия и цементирование	2 – 5	3 – 5
Установка неметаллических частей корпуса	до 1	–
Монтаж снабжения	1–2	–
Прочие корпусодостроечные работы	15 – 25	15 – 25
Всего	100	100

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ЦЕХА

Площадь цеха можно приближенно определить по формуле

$$S = P_i \cdot N/q_i, \text{ м}^2 \quad (1.12)$$

где P_i – масса соответствующих частей корпуса (для *корпусообрабатывающего, сборочно–сварочного и стапельного цехов* – масса металлического корпуса P_k ; для *трубозаготовительного цеха* – масса трубопроводов и систем P_{mc}) принимается по таблице 1.4; N – годовая программа, судов/год; q_i – годовой выпуск продукции, т/м², который при решении задач можно принять по таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Годовой выпуск продукции с 1 м² площади цеха

Цех	q_i , т/м ² при величине D_n , тыс. т			
	8 и выше	4–8	1,2–4	0,3–1.2
Корпусообрабатывающий	9	8	6,6	5
Сборочно–сварочный	3.7	3	2,4	2
Трубозаготовительный	1,1	0,75	0,65	0,6

6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

В отчете студент должен дать краткое описание расчетов трудоемкости, принятых в судостроении. Выполнить приведенные в методических указаниях расчеты, сделать вывод по результатам расчетов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арью А. Р. Комплексная подготовка производства в судостроении / А. Р. Арью. – Л. : Судостроение, 1988. – 336 с. – Текст : непосредственный.
2. Сборник задач по организации и планированию машиностроительного производства / Под ред. И. М. Разумова и Л. А. Глаголевой. – М. : Машиностроение, 1976. – 120 с. – Текст : непосредственный.
3. Сысоев, Л. В. Промышленная база судостроения и судоремонта: компьютерная разработка технологических схем подъема судов на поперечные слипы на существующих промпредприятиях речного транспорта : методические рекомендации / Л. В. Сысоев, С. С. Ремизов. - Москва : Алтайр-МГАВТ, 2019. - 32 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1057289> (дата обращения: 24.04.2024). – Режим доступа: по подписке. - Текст : электронный.
4. Татаренков, А. К. Учебное пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине: Технология судостроения / А. К. Татаренков. – Москва : Московская государственная академия водного транспорта, 2009. – 85 с. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/49246.html> (дата обращения: 15.04.2024).
5. Технология судостроения: учебник для студентов, обучающихся по направлению "Кораблестроение и океанотехника" / В. Л. Александров [и др.]; под общей редакцией А. Д. Гармашева. – Санкт-Петербург : Профессия, 2003. – 341 с.: ил. – Текст : непосредственный.

Приложение А

Исходные данные для расчета трудоёмкости

Таблица Значение $k_{с.т.}$

№ вар	Тип судна и D_n , тыс. т	Значение $k_{с.т.}$ для судна с порядковым номером										
		1	2	3	4	5	6	8	10	12	15	16
	Танкер:											
1	$D_n < 2$	1,61	1,45	1,34	-	1,19	1,13	1,08	1,04	1	0,97	
2	$D_n > 2$ до 5	1,48	1,38	1,29	-	1,13	1,07	1	0,97	0,95		
3	$D_n > 5$ до 10	1,35	1,17	1,08	1,03	1	0,98	0,94	0,92			
4	$D_n > 10$	1,3	1,17	1,08	1,03	1	0,98	0,93				
	Сухогруз											
5	$D_n < 2$	1,8	1,58	1,4	-	1,2	1,16	1,1	1,06	1	0,97	
6	$D_n > 2$ до 5	1,7	1,4	1,25	1,15	1,1	1,07	1,02	1	0,98	0,95	
7	$D_n > 5$ до 10	1,5	1,35	1,2	1,1	1,05	1,03	1	0,98			
8	$D_n > 10$	1,3	1,2	1,13	1,05	1	0,98	0,96	0,95			
	СПК											
9	$D_n < 0.04$	1,75	1,6	1,5	-	1,35	1,28	1,18	1,11	1,05	1	0,99
10	$D_n > 0.04$ до 0.1	1,7	1,56	1,45	-	1,26	1,19	1,11	1,05	1	0,97	

РАСЧЕТ ТРУДОЕМКОСТИ ПОСТРОЙКИ СУДНА

*Методические указания
к выполнению практической работы № 1*

*Составители: **Лекарев** Геннадий Викторович,
Василенко Сергей Викторович*

В авторской редакции

Изд. № 70/2024. Объем 0,75 п.л. Усл. печ. л. 0,70. Уч.-изд. л. 0,74.
Издательский центр ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»