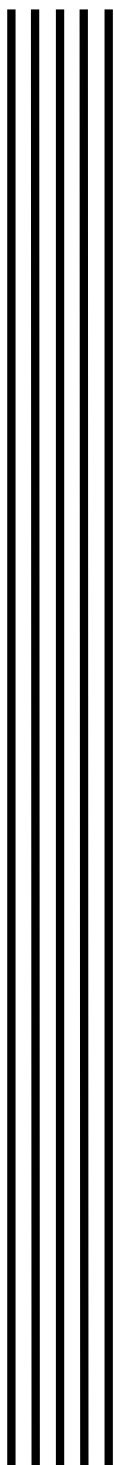


Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет



РАСЧЕТ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ И ГРУЗОВМЕСТИМОСТИ СУДНА

**Методические указания
к выполнению практических работ № 8 и №9
по дисциплине
«Теория и устройство судна, системы и движители»
для студентов специальности
7.100301 «Судовождение»
дневной формы обучения**

**Севастополь
2005**



УДК 629

Расчет грузоподъемности и грузоместимости судна. Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Теория и устройство судна, системы и движители» /Сост. Т.Л. Чемакина – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2005. - 18 с.

Целью настоящих методических указаний является оказание методической помощи студентам специальности 1.100301 при выполнении практических заданий по дисциплине «Теория и устройство судна, системы и движители».

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры Океанотехники и кораблестроения 06.05.05 г., протокол № 16.

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент: канд. техн. наук, доцент Рыбалов И.И.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Практическая работа №8. Расчет грузоподъемности судна	4
2. Практическая работа №9. Расчет грузовместимости судна	11
Библиографический список	16
Приложение А	17
Приложение Б	18

1. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

РАСЧЕТ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ СУДНА

Цель работы- ознакомить студентов с основными методами расчета ходовых и стояночных запасов, грузоподъемности судна с учетом погодных условий и районов плавания, применяемых на практике при расчетах грузового плана судна.

1.1. Теоретический раздел

1.1.1. Расчет ходовых запасов

1. Ходовые запасы на переход, т, определяются по формуле

$$m_i = L_i * m_x / u_{i.}, \quad (1)$$

где L_i - протяженность перехода в зоне (летней, зимней и т.д.), миль;
 m_x - суточный расход переменных запасов, т/сут;
 $u_{i.}$ - суточная скорость, миль/сут.

2. Общее количество запасов, т

$$m = \sum m_i. \quad (2)$$

3. Для определения величины запасов топлива к полученному количеству по формуле (1) добавляют штормовой запас (см. Приложение А).

4. При пересечении нескольких зон штормовой запас определяется по формуле

$$K_{ш} = \frac{\sum K_i L_i}{\sum L_i}, \quad (3)$$

где K_i - коэффициент штормового запаса для отдельных зон;
 L_i - протяженность перехода в этих зонах, миль.

5. Запас смазочного масла составляет 4...6% запаса топлива для теплоходов и 0,8...1,0% для судов с паротурбинными установками.
6. Запас пресной воды – 70...100 литров на человека в сутки.
7. Запас котельной питательной воды для судов с паротурбинными силовыми установками – 40...50% запаса топлива.
8. Запас провизии для экипажа - 2,5...3 кг на человека в сутки.

1.1.2. Расчет грузоподъемности судна

1. Водоизмещение или дедвейт судна в каждой зоне определяется по грузовой шкале.
2. Если плавание происходит в пределах одной зоны, то за расчетное принимается водоизмещение, соответствующее грузовой марке, установленной для этой зоны.
3. Если во время рейса судно пересекает несколько зон, то при загрузке исходят из расчетного водоизмещения Δ_p , вычисленного по формулам, приведенным в таблице 1.

Если в скобках левая часть неравенства окажется больше правой, то в качестве Δ_p следует принять крайнее левое значение.

При определении величины расчетного водоизмещения, кроме зон и сезонных районов применимости той или иной грузовой марки, необходимо учесть возможные ограничения осадки на трассе перехода и в портах.

Формулы для вычисления расчетного водоизмещения сведены в таблицу №1.

4. Полная грузоподъемность (дедвейт) судна, т, определяется по формуле

$$\Delta_W = \Delta_p - \Delta_0 \quad (4)$$

где Δ_0 - водоизмещение судна порожнем, т.

Δ_p – расчетное водоизмещение, т.

5. Грузоподъемность на рейс, т:

$$m_{\text{ч}} = \Delta_W - m \quad (5)$$

Таблица 1- Формулы для вычисления расчетного водоизмещения

Зоны плавания	Расчетное водоизмещение, т
Лето-тропики	$\Delta_p = \Delta_{\text{л}}$
Зима-лето-тропики	$\Delta_p = \Delta_3$
Зима Северной Атлантики зима-лето-тропики	$\Delta_p = \Delta_{3\text{CA}}$
Тропики-лето	$\Delta_p = \Delta_{\text{л}} + m_{\text{т}} \leq \Delta_{\text{т}}$
Лето-зима	$\Delta_p = \Delta_3 + m_{\text{л}} \leq \Delta_{\text{л}}$
зима-зима Северной Атлантики	$\Delta_p = \Delta_{3\text{CA}} + m_3 \leq \Delta_3$
тропики-лето-зима-зима Северной Атлантики	$\Delta_p = [(\Delta_{3\text{CA}} + m_3 \leq \Delta_3) + m_{\text{л}} \leq \Delta_{\text{л}}] + m_{\text{т}} \leq \Delta_{\text{т}}$
Тропики-лето-зима	$\Delta_p = (\Delta_3 + m_{\text{л}} \leq \Delta_{\text{л}}) + m_{\text{т}} \leq \Delta_{\text{т}}$
лето-зима-зима Северной Атлантики	$\Delta_p = (\Delta_{3\text{CA}} + m_3 \leq \Delta_3) + m_{\text{л}} \leq \Delta_{\text{л}}$

1.1.3. Расчет стояночных запасов

1. Стояночные переменные запасы рассчитывают для тех портов захода, в которых не предусмотрено дополнительное снабжение судна.

2. Расчет стояночных переменных запасов, т, выполняют по формуле

$$m_{\text{ст}} = m'_{\text{ст}} \sum t_{\text{ст}} \quad (6)$$

где: $m'_{\text{ст}}$ - суточная норма расхода переменных запасов на стоянке, т/сут.

3. Стояночное время, сут., определяется по формуле

$$t_{\text{ст}} = t_{\text{гр}} + t_{\text{всп}} + t_{\text{пр}}, \quad (7)$$

где $t_{\text{гр}}$ - время на грузовые операции, сут.;

$t_{\text{всп}}$ - время на вспомогательные операции, сут.;

$t_{\text{пр}}$ - простои, сут.

В общем виде стояночное время, сут., определяется по формуле

$$t_{\text{ст}} = m / m_{\text{вн}} \quad (8)$$

где m – количество принимаемого груза, т;

$m_{\text{вн}}$ – валовая норма грузовых работ, т/сут.

1.1.4. Определение водоизмещения по осадке

1. Грузовая шкала и грузовой размер строятся исходя из предположения, что судно находится в воде определенной солености, не имеет дифферента и продольного изгиба корпуса.

При расчетах возникает необходимость исправлять водоизмещение рядом поправок.

2. Поправка на плотность воды, т

$$\delta \Delta_{\rho} = [(\rho_1 - \rho_2) / \rho_2] \Delta, \quad (9)$$

где ρ_1 – плотность воды, в которой находится судно, т/м³;

ρ_2 – плотность воды, в которую судно перейдет, т/м³;

Δ – водоизмещение, найденное по средней осадке, т.

Плотность воды для различных морских бассейнов приведена в приложении Б.

3. Поправка на расположение марок углубления, т

$$\delta \Delta_{\text{м}} = -50 m_{\text{см}} d_{\text{н-к}} (l_{\text{н}} - l_{\text{к}}) / L_{\perp\perp}, \quad (10)$$

где $m_{\text{см}}$ – число тонн на 0,01м (1 см) осадки, т;

$d_{\text{н-к}}$ – дифферент (на корму считается отрицательным), м;

$L_{\perp\perp}$ – длина между перпендикулярами, м;

$l_{\text{н}}, l_{\text{к}}$ – расстояние от миделя до носовых и кормовых марок углубления соответственно, м.

4. Поправка на дифферент, т

$$\delta \Delta_{\text{д}} = 100 m_{\text{см}} d_{\text{н-к}} x_f / L_{\perp\perp}, \quad (11)$$

где x_f – абсцисса центра тяжести площади ватерлинии по средней осадке с кривых элементов теоретического чертежа (в корму – отрицательная), м.

Поправка на дифферент справедлива только при небольших дифферентах.

5. Поправка на прогиб корпуса, т

$$\delta\Delta_{\text{п}} = km_{\text{см}}f, \quad (12)$$

где $k=1,027-0,334 C_{\text{вп}}$,

$C_{\text{вп}}$ – коэффициент полноты ватерлинии;

f – стрелка прогиба, м; $f = d_{\text{м}} - 0,5(d_{\text{н}} + d_{\text{к}})$, (13)

$d_{\text{м}}$ – осадка на миделе, м.

1.1.5. Определение водоизмещения по грузовому размеру

1. Для пресной воды, где $\rho = 1 \text{ т/м}^3$ $\Delta = V$.

2. Пересчет водоизмещения, т, на воду различной плотности проводится по формуле

$$\Delta = \rho V, \quad (14)$$

где V – объемное водоизмещение, м^3 ;

ρ – плотность воды, т/м^3 .

3. Если судно находится в воде с плотностью, отличающейся от принятой в грузовой шкале, то объемное водоизмещение, м^3 , определяется по формуле

$$\Delta = \Delta_{\text{ш}} \rho_{\text{ф}} / \rho, \quad (15)$$

где $\Delta_{\text{ш}}$ – водоизмещение по грузовой шкале, т;

$\rho_{\text{ф}}$ – фактическая плотность воды, т/м^3 ;

ρ – плотность, для которой рассчитана грузовая шкала, т/м^3 .

4. Изменение осадки от перемены плотности воды, м

$$\delta d = \Delta / 100m * (\rho_1 - \rho_2) / \rho_2, \quad (16)$$

где: ρ_1 – плотность воды, в которой находится судно, т/м^3 ;

ρ_2 – плотность воды, в которую судно перейдет, т/м^3 .

1.2. Порядок выполнения работы

1. По книге морских расстояний определить протяженность перехода.
2. Провести расчет ходовых запасов на рейс без учета штормовых запасов.
3. Рассчитать штормовые запасы в зависимости от времени и района плавания.
4. При наличии во время рейса промежуточных стоянок определить стояночные запасы.
5. Произвести расчет водоизмещения судна.
6. Рассчитать грузоподъемность судна на заданный рейс. Расчет грузоподъемности судна свести в таблицу.

1.3. Индивидуальные задания

Индивидуальные задания – главные размерения и основные характеристики судна, для которого производятся расчеты, протяженность рейса студент выбирает по указанию преподавателя.

1.4. Содержание отчета

Отчет по практической работе должен содержать следующие разделы:

1. Исходные данные: краткая характеристика архитектурно-конструктивного типа судна, для которого проводятся расчеты, протяженность рейса, погодные условия, район плавания, характеристика груза.
2. Расчетную часть.

3. Библиографический список.

Отчет выполняется с соблюдением требований ЕСКД (ГОСТ 2.106-96 Текстовые документы).

1.5. Контрольные вопросы

1. Что называется водоизмещением судна?
2. Что такое «водоизмещение порожнем»?
3. От чего зависит грузоподъемность судна?
4. Что такое грузоподъемность судна?
5. От чего зависит общее количество ходовых запасов?
6. Что такое дедвейт судна?
7. Как влияет на грузоподъемность судна время проведения рейса (зима или лето)?

2. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9

РАСЧЕТ ГРУЗОВМЕСТИМОСТИ СУДНА

Цель работы- ознакомить студентов с методами расчета грузовместимости судна, применяемые при расчете грузового плана для судов, перевозящих «легкие» грузы.

2.1. Теоретический раздел

Для "легких" грузов, у которых удельный погрузочный объем больше удельной грузовместимости судна, лимитирующей величиной является грузовместимость.

1. Удельная грузовместимость судна, м³/т, равна

$$V_{уд} = W / m_{ч}, \quad (1)$$

где: W -грузовместимость судна, м³;

$m_{ч}$ – чистая грузоподъемность, т.

При перевозке генеральных грузов удельную грузовместимость надо определять по киповой грузовместимости, а при перевозке массовых грузов – по насыпной.

2. Масса груза, которую можно разместить в трюмах грузоподъемностью W , т

$$m = W / V, \quad (2)$$

где V - удельный погрузочный объем, м³/т.

3. Количество мест груза, которое можно уложить в объеме V

$$N = V / (V_{м} K_{тр}), \quad (3)$$

где: V_m – объем одного места, m^3 ;

$K_{тр}$ – коэффициент трюмной укладки.

Таблица 1- Значение коэффициента трюмной укладки для некоторых грузов

Груз	$K_{тр}$	Груз	$K_{тр}$
Ящики	1,04...1,05	Барабаны	1,09...1,33
Кипы	1,02...1,25	Рулоны, бухты	1,11...1,33
Мешки	1,00...1,14	Бутыли в оплетке	1,11...1,25
Бочки 100...200л	1,10...1,20	Композитная загрузка	1,11...1,35
Бочки 200...300л	1,20...1,33		

Следует учитывать, что удельный погрузочный объем больше удельного объема на 7...10%, а для больших грузовых мест неудобной формы – на 15...20%.

4. При приеме нескольких различных грузов для полного использования грузоподъемности и грузовместимости должны быть выполнены условия

$$\left. \begin{aligned} m_{\text{л}} &= \frac{W - V_{\text{т}} m_{\text{ч}}}{V_{\text{л}} - V_{\text{т}}} \\ m_{\text{т}} &= m_{\text{ч}} - m_{\text{л}} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где: $m_{\text{л}}$ – масса легкого груза, т;

$m_{\text{т}}$ – масса тяжелого груза, т;

W – грузовместимость судна, m^3 ;

$V_{\text{т}}$ – удельный погрузочный объем тяжелого груза, $m^3/т$;

$m_{\text{ч}}$ – чистая грузовместимость, т;

$V_{\text{л}}$ – удельный погрузочный объем легкого груза, $m^3/т$.

При расчете грузоподъемности следует учитывать сепарационные материалы и крепления. Обычно на одну тонну штучного груза приходится в среднем $0,055\text{ м}^3$ сепарации.

5. Среди представляемых к погрузке грузов есть обязательные, количество которых твердо обусловлено, и необязательные (факультативные).

6. Рассчитав удельную грузоподъемность судна, т/м^3 , по формуле (1), оставшуюся после обязательных грузов,

$$V_{y\partial} = W_0 / m_0, \quad (5)$$

определяют коэффициент комплектации для каждого факультативного груза

$$K_i = W_0 / V_i \quad (6)$$

где: V_i – удельный погрузочный объем, для которого вычисляется K_i , $\text{м}^3/\text{т}$;

W_0 и m_0 – грузоподъемность, м^3 , и грузоподъемность, т, оставшиеся после обязательных грузов, соответственно.

7. Масса каждой партии факультативных грузов, т

$$m_i = K_i m_{cp} \quad (7)$$

8. Объем каждой партии факультативных грузов, м^3

$$V_i = m_i v_i \quad (8)$$

$$\sum m_i = m_0; \quad \sum v_i = v_0$$

При перевозке колесной техники и живого скота лимитирующей величиной является площадь палуб.

2.2. Порядок выполнения работы

1. Определить удельную грузовместимость судна.
2. Определить массу груза, которую можно разместить в трюмах.
3. Определить количество мест груза, которое можно уложить в объеме V .
4. Рассчитать удельную грузоподъемность судна, оставшуюся после обязательных грузов.
5. Определить массу каждой партии факультативных грузов.
6. Произвести расчет загрузки судна по удельной грузовместимости.

Расчет свести в таблицу.

Таблица1- Расчет загрузки судна по удельной грузовместимости

Наименование груза	$V_{y\partial}=W/m_{\text{ч}}, \text{ м}^3/\text{т}$		$V_{y\partial}=W_0/m_0, \text{ м}^3/\text{т}$	
	УПО $V, \text{ м}^3$	Коэффициент комплектации $K_i=W_0/V$	Масса на рейс $m_i=K_i m_{\text{ср}}, \text{ т}$	Объем партии $V_i=m_i v_i, \text{ м}^3$
Обязательные грузы				
Факультативные				
		ΣK_i		

1.3. Индивидуальные задания

Индивидуальные задания – главные размерения и основные характеристики судна, для которого производятся расчеты, протяженность рейса студент выбирает по указанию преподавателя.

1.5. Содержание отчета

Отчет по практической работе должен содержать следующие разделы:

1. Исходные данные: краткая характеристика архитектурно-конструктивного типа судна, для которого проводятся расчеты, протяженность рейса, характеристика груза.
2. Расчетную часть.
3. Библиографический список.

Отчет выполняется с соблюдением требований ЕСКД (ГОСТ 2.106-96 Текстовые документы).

1.5. Контрольные вопросы

1. Что такое факультативный груз?
2. Для каких судов расчет грузового плана судна ведется по грузовместимости?
3. Что такое грузовместимость судна?
4. Что такое коэффициент комплектации грузов?
5. Как определить объем и массу факультативных грузов?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Правила классификации и постройки морских судов. Том. 1. Российский Морской Регистр Судоходства. С-Пб.-2003. - 471 с.
2. . Аксютин Л.Р. Грузовой план судна: Учебное пособие/ Л.Р. Аксютин. - Одесса, ЛАТСТАР, 1999.- 140 с.
- 3.Жинкин В.Б. Теория и устройство судна: Учебник/ В.Б. .Жинкин. – 2-е изд., испр. и доп. – С-Пб.: Судостроение, 2000. – 336 с., ил.
- 4.Мельник В.Н. Эксплуатационные расчеты мореходных характеристик судна/ В.Н. Мельник – М.: Транспорт, 1990. – 142 с.
- 5.Новиков А.И. Оценка посадки, остойчивости и прочности судна в процессе эксплуатации. Учебное пособие/ А.И. Новиков. – Севастополь. Изд-во СевНТУ, 2002. – 136 с.

Приложение А (справочное)

Таблица А1-Штормовые запасы для различных районов

№п.п.	Время	Район	Величина штормового запаса
1	Летнее время	Атлантический океан севернее 50° с.ш.	10%
2		Бенгальский залив в период юго-западных муссонов	15%
3		Аравийское море в период юго-западных муссонов	30%
4		Прочие районы	5%
5	Зимнее время	Балтийское и японское моря	20%
6		Черное море	10%
7		Средиземное море севернее 40° с.ш.	20%
8		Средиземное море- остальная часть моря	5%
9		Атлантический океан южнее 30° с.ш.	5%
10		Атлантический океан от 30° до 40° с.ш.	30%
11		Атлантический океан от 40° до 50° с.ш.	35%
12		Атлантический океан севернее 50° с.ш.	40%
13		Тихий океан южнее 15° с.ш.	5%
14		Тихий океан от 15 до 30° с.ш.	10%
15		Тихий океан севернее 30° с.ш.	35%
16		Индийский океан	5%

Таблица А2-Метеорологические коэффициенты неравномерности

№п.п.	Район штормовитости	Величина метеорологического коэффициента	
		Бункер в один конец	Бункер в два конца (допустимое снижение)
1	Большой штормовитости (более 25%)	2,0	1,75
2	Средней штормовитости (10... 25%)	1,6	1,4
3	Малой штормовитости (до 10%)	1,25	1,15

Приложение Б (справочное)

Таблица Б1- Плотность морской воды для различных морских бассейнов

№п.п.	Море	Плотность воды, т/м ³
1	Азовское	1,008...1,009
2	Балтийское	1,010...1,015
3	Баренцево	1,025...1,026
4	Белое	1,019...1,026
5	Берингово	1,021...1,024
6	Каспийское	1,011...1,012
7	Охотское	1,021...1,025
8	Черное	1,013...1,016
9	Японское	1,012...1,027

Примечание: В таблице указана плотность воды в летний период. Зимой плотность воды возрастает на 0,001...0,002 т/м³

Заказ №.....от.....Тираж.....Экз.....

Изд-во СевНТУ