



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Калининградский государственный технический университет»

Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

С.С. Мойсеенко

Г.В. Светличный

ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕВОЗОК НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ

Методические указания
по выполнению курсового проекта
для курсантов и студентов специальности
26.03.01 «Управление водным транспортом
и гидрографическое обеспечение судоходства»,
профиль «Управление транспортными системами
и логистическим сервисом на водном транспорте»
по дисциплине «Организация и технология
перевозок на водном транспорте»
очной и заочной форм обучения

Калининград
Издательство БГАРФ

2021

БГАРФ

УДК 347.763

Организация и технология перевозок на водном транспорте: методические указания по выполнению курсового проекта для курсантов и студентов специальности 26.03.01 «Управление водным транспортом и гидрографическое обеспечение судоходства», профиль «Управление транспортными системами и логистическим сервисом на водном транспорте» по дисциплине «Организация и технология перевозок на водном транспорте» очной и заочной форм обучения / **Мойсеенко С.С., Светличный Г.В.** – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2021. – 22 с.

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Организация перевозок» БГАРФ от 02 марта 2021 г., протокол № 173.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота.

Рецензент: *Скрышник В.П.*, канд. пед. наук, доцент кафедры «Организация перевозок» БГАРФ

© БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2021

БГАРФ

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Общая характеристика условий освоения грузопотока	4
1.1. Транспортно-технологическая характеристика грузов	4
1.2. Характеристика района плавания	5
1.3. Техничко-эксплуатационные характеристики судна.....	5
2. Определение загрузки судна на рейс	7
2.1. Предварительный расчет времени рейса	7
2.2. Определение количества судовых запасов на рейс.....	8
2.3. Расчет количества груза на рейс	9
2.4. Размещение грузов по грузовым помещениям.....	11
3. Определение мореходных качеств судна	12
3.1. Определение общей и местной прочности судна.....	12
3.2. Определение остойчивости судна.....	14
3.3. Определение дифферента судна	16
4. Расчет показателей освоения грузопотока	17
Варианты заданий на курсовой проект.....	20
Список рекомендуемой литературы	22

ВВЕДЕНИЕ

Организация перевозок заданного грузопотока предполагает решение совокупности широкого круга задач, в том числе рассматриваемых и другими учебными дисциплинами, такими как «Устройство и теория судна», «Грузоведение», «Технология и организация перегрузочных процессов».

Организация перевозки, в частности, предполагает выбор технологий перевозки данного грузопотока на определенном транспортном средстве в конкретных условиях [1; 2; 3], обеспечивающей безопасность транспортного средства и экипажа, сохранность перевозимого груза при максимально возможном использовании технико-эксплуатационных характеристик судна. Так как судовая партия обязательного груза, предъявляемая перевозке в отдельный рейс меньше груза по объемности судна, необходимо рассмотреть варианты догрузки судна факультативными и по принятому критерию выбрать наиболее рациональный из них. После размещения груза по грузовым помещениям представить на схеме предварительный грузовой план в выбранном масштабе, сделать расчеты местной и общей прочности корпуса судна, определить остойчивость и дифферент.

При неудовлетворительных значениях мореходных качеств сделать корректировку распределения груза по грузовым отсекам и представить исполненный грузовой план.

Конечным итогом расчета эксплуатационных показателей по освоению грузопотока является расчетное число судов и составление графика их движения.

В заключении отражаются все мероприятия, которые принимались в процессе работы по данной теме.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ОСВОЕНИЯ ГРУЗОПОТОКА

1.1. Транспортно-технологическая характеристика грузов

Под грузопотоком принято понимать определенное количество груза, который необходимо перевезти за определенный период времени в заданном направлении. Он характеризуется видом груза, объемом, степенью равномерности во времени, партионностью и другими параметрами.

В курсовом проекте дается годовой объем обязательного груза, но поскольку судовая партия в каждом рейсе меньше чистой грузоподъемности, предлагается использовать факультативный груз для полной загрузки, а значит и годовой грузопоток будет скорректирован.

По грузам, предъявленным к перевозке, должна быть приведена следующая информация [4; 5; 6]:

- номенклатура груза, вид, класс;
- физико-химические свойства;
- размеры отдельных грузовых мест;
- вид тары;
- удельный погрузочный объем;
- допустимая высота штабелирования;
- термовлажностные характеристики;
- совместимость (таблица совместимости);
- условия безопасной перевозки, крепления, сепарация;
- условия подготовки судна к перевозке.

1.2. Характеристика района плавания

При рассмотрении этого вопроса необходимо особое внимание уделить следующим факторам:

- гидрометеорологическая обстановка на линии в различные времена года;
- навигационные условия плавания;
- эксплуатационно-технические характеристики портов захода.

Все эти условия должны учитываться при организации перевозки. Особое внимание следует обратить на любые виды имеющихся в рассматриваемом районе ограничений: по скорости, по проходным осадкам, условиям и режиму движения по каналам, наличию лоцманской проводки.

При подготовке грузового плана гидрометеорологическая характеристика района представляет интерес с точки зрения необходимости разработки термовлажностного режима, правилами морской перевозки и оценки возможности задержек доставки грузов по метеопричинам.

1.3. Техничко-эксплуатационные характеристики судна

В курсовом проекте используется универсальное судно теплоход «Пионер». Ниже в табл. 1.1 и 1.2 представлены основные характеристики судна и его грузовых помещений.

Таблица 1.1

Основные характеристики судна

Линейные характеристики	
Длина наибольшая	$L = 105,70$ м
Длина между перпендикулярами	$L_{\text{мп}} = 96,00$ м
Ширина судна	$B = 15,60$ м
Осадка средняя порожнем	$H_c = 8,00$ м
Осадка по летнюю грузовую ватерлинию	$t_{\text{сп}} = 2,82$ м
Отстояние центра величины от миделя	$X_c = 0,88$ м
Возвышение поперечного метацентра	$Z_m = 5,8$ м
Координаты центра тяжести судна порожнем	$X_G = -13,3$ м; $Z_G = 4,3$ м
Весовые и объемные характеристики	
Водоизмещение	$D_0 = 2572$ т
Водоизмещение в полном грузу	$D = 7220$ т
Дедвейт	$D_w = 4668$ т
Чистая грузоподъемность	$D_q = 4087$ т
Грузовместимость киповая	$W_{\text{кип}} = 6060$ м ³
Скоростные характеристики	
Скорость судна в полном грузу	$v_{\text{гр}} = 13,8$ узлов
Скорость судна в балласте	$v_b = 14,8$ узлов
Ограниченная скорость	$v_{\text{огр}} = 8$ узлов
Прочие эксплуатационные характеристики	
Расход топлива на ходу (оценивается, исходя из расхода топлива главным двигателем)	$N_T = 10,5$ т/сут
Расход пресной воды на ходу	$N_{\text{вх}} = 8$ т/сут
Расход топлива при стоянке в порту	$N_{\text{т.ст.}} = 2,5$ т/сут
Расход пресной воды во время стоянки	$N_{\text{в.ст.}} = 8$ т/сут
Количество тонн, изменяющих осадку на 1 см	$t = 12$ т/сут

Таблица 1.2

Характеристика грузовых помещений

Грузовые помещения	Длина Лтр, м	Ширина Втр, м	Высота Нтр, м	Вместимость Втр, м
Твиндек № 1	15,2	12,9	4	783
Трюм № 1	15,2	9,3	3,3	468
Твиндек № 2	16	15,6	3,1	845
Трюм № 2	16	13,8	4,1	907
Твиндек № 3	16,8	15,6	2,8	789
Трюм № 3	16,8	14,3	4,1	986
Твиндек № 4	16,4	13,9	3,6	822
Трюм № 4	16,4	8,2	3,4	460

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРУЗКИ СУДНА НА РЕЙС

2.1. Предварительный расчет времени рейса

Рейсом называется законченный производственный цикл по перемещению грузов из порта отправления в порты назначения.

В данном курсовом проекте предполагается, что судно выполняет ряд последовательных рейсов в течение года, т. е. после выгрузки в порту назначения возвращается в балласте в порт погрузки, откуда будет начинаться новый рейс.

Время рейса (t_p) состоит из ходового (t_x) и стояночного времени ($t_{ст}$):

$$t_p = t_x + t_{ст}, \text{ сут}, \quad (2.1)$$

где t_p – время рейса, сут;

t_x – общее ходовое время, сут;

$t_{ст}$ – общее стояночное время, сут.

Общее ходовое время состоит из следующих элементов:

$$t_x = \frac{\sum L_{гр}}{v_{гр} \times K_v} + \frac{\sum L_{бал}}{v_{бал} \times K_v} + \frac{\sum L_{огр}}{v_{огр}} + t_{x \text{ доп.}}, \text{ сут}, \quad (2.2)$$

где $\sum L_{гр}$ – расстояния, проходимые судном в грузу, мили;

$\sum L_{бал}$ – расстояния, проходимые судном в балласте, мили;

$\sum L_{огр}$ – расстояния, проходимые с ограниченной скоростью, мили;

$v_{гр}, v_{бал}$ – технические скорости судна в грузу и балласте соответственно;

$v_{огр}$ – скорость судна на соответствующих участках ограничения: например, скорость прохождения подходного канала к КМТП 7-8 узлов;

$t_{x \text{ доп.}}$ – ходовое дополнительное время, к которому относится время швартовых операций, маневровые районы, постановка судна на якорь и т. д. В проекте можно принимать 2 часа на операцию;

K_v – коэффициент реализации скорости, который учитывает снижение скорости по метеопричинам.

Центральным научно-исследовательским институтом морского флота (ЦНИИМФ) были разработаны данные на базе анализа гидрометеорологической обстановки в различных районах океанских бассейнов, которые позволяют учитывать вероятные потери скорости в зависимости от времени года.

Для наших районов этот коэффициент составляет 0,94-0,96.

Стояночное время определяется по формуле

$$t_{\text{ст}} = \frac{\sum Q_i}{M_{\text{В}}^{\text{П}}} + \frac{\sum Q_i}{M_{\text{В}}^{\text{В}}} + t_{\text{ст.доп}}, \text{ сут}, \quad (2.3)$$

где $\sum Q_i$ – количество груза, погружаемого и выгружаемого на судно, т;
 $M_{\text{В}}^{\text{П}}, M_{\text{В}}^{\text{В}}$ – валовые нормы погрузки и выгрузки соответственно, т/сут;
 $t_{\text{ст.доп}}$ – дополнительное стояночное время, сут: включает оформление прихода или отхода судов заграничного порта надзором и таможней (3 часа на операцию), оформление всех грузовых документов, включая составление качественных сертификатов (2 часа на операцию).

Интенсивность погрузки в российских портах можно принять в следующих значениях:

- металл черный и цветной: 1 800-2 000 т/сут;
- тарно-штучные грузы в пакетах и биг-бегах: 1 200-1 300 т/сут;
- целлюлоза в кипах, бумага в рулонах: 1 100-1 200 т/сут;
- прочий генеральный груз (в ящиках, барабанах и др.): 1 000 т/сут.

Нормы выгрузки в иностранных портах принимать на 10-15 % выше норм погрузки в российских портах. Дополнительные элементы ходового и стояночного времени в иностранных портах принимаются по тем же нормативам, как и для российских.

Исходя из того, что на этом этапе расчетов количество груза еще не определено, загрузка судна Q_p принимается равным $D_{\text{ч}}$, взятой из технических данных судна, поэтому получаем предварительный расчет стояночного времени рейса.

2.2. Определение количества судовых запасов на рейс

Количество необходимых запасов, которое должно взять судно, в значительной степени зависит от протяженности рейса, времени стоянки в портах и нормативов суточного расхода топлива и воды. Общая величина запасов, необходимых для выполнения рейса, может быть рассчитана по следующей формуле:

$$\sum Q_{\text{зап}} = \sum q_x + \sum q_{\text{ст}} + q_{\text{пр}}, \text{ т}, \quad (2.4)$$

где $\sum q_x$ – величина запасов на ходу, т;

$\sum q_{\text{ст}}$ – запасы на стоянке, т;

$q_{\text{пр}}$ – прочие запасы, т.

Ходовые запасы определяются по следующей формуле:

$$\sum q_x = (N_{Тх} + N_{Вх} + N_{СМх}) \cdot t_x \cdot K_{шт}, \text{ т}, \quad (2.5)$$

где $N_{Тх}$ – суточный расход топлива на ходу (из характеристики судна), т;
 $N_{Вх}$ – суточный расход воды на ходу, т: для судов данного типа принимается 4-5 т/сут;

$N_{СМх}$ – смазочные материалы (масло), т: принимают 6 % от $N_{Тх}$;

$K_{шт}$ – коэффициент штормового запаса: для данных районов принимается равным 1,2.

Аналогичным образом определяются запасы на время стоянки судов:

$$q_{ст} = (N_{Тст} + N_{Вст} + N_{СМст}) \cdot t_{ст}, \text{ т}, \quad (2.6)$$

где $N_{Тст}$; $N_{Вст}$; $N_{СМст}$ – нормативы суточных расходов топлива, воды и смазочных материалов (масла) в сутки на стоянке соответственно.

Величина $N_{Тст}$ составляет 15 % от $N_{Тх}$, а суточный расход воды принимают такой же, как и в сутки на ходу.

2.3. Расчет количества груза на рейс

Для раскрытия данного вопроса, прежде всего, необходимо определить величину расчетной чистой грузоподъемности. Это максимальное количество груза, которое может взять судно в данный рейс. Определяется как разность между дедвейтом судна и суммой запасов, находящихся на его борту [3]:

$$D_q = D_w - \sum q_{зап}, \text{ т}, \quad (2.7)$$

где D_q – чистая грузоподъемность, т;

D_w – дедвейт судна, т;

$\sum q_{зап}$ – сумма запасов находящихся на борту, т.

В исходных данных грузы, предъявленные к перевозке, задаются в виде обязательных и факультативных. Обязательный груз должен быть погружен без альтернатив, а так как его судовая партия меньше грузоподъемности судна и объем меньше киповой вместимости, то судовладелец может принять к перевозке еще и факультативный груз.

Остатки грузоподъемности и грузовместимости, которые могут быть использованы под факультативный груз, определяются по следующим формулам:

$$\Delta D_q = D_q - \sum Q_{iоб}, \quad (2.8)$$

$$\Delta W_{\text{кип}} = W_{\text{кип}} - \sum Q_{i\text{об}} \cdot U_{i\text{об}}, \quad (2.9)$$

где $Q_{i\text{об}}$ – величина обязательных грузов, т;

$U_{i\text{об}}$ – удельный погрузочный объем обязательных грузов, м³/т.

Находим остаточную удельную грузовместимость судна, отводимую для факультативных грузов:

$$\omega_{\text{ост}} = \frac{\Delta W_{\text{кип}}}{\Delta D_{\text{ч}}}, \text{ м}^3 / \text{т}, \quad (2.10)$$

где $\Delta W_{\text{кип}}$ – киповая грузовместимость судна;

$\Delta D_{\text{ч}}$ – чистая грузоподъёмность судна.

Рассматривают три варианта загрузки судна факультативным грузом:

Вариант 1

Судно догружают «тяжелым» грузом. Груз считается «тяжелым», если выполняется условие: $\omega_{\text{ост}} \geq u_i$. Тогда:

$$Q_{\text{тяж}} = \Delta D_{\text{ч}}. \quad (2.11)$$

Вариант 2

Судно догружают «легким» грузом. Груз считается «лёгким», если выполняется условие: $\omega_{\text{ост}} < u_i$. Тогда:

$$Q_{\text{лёг}} = \frac{\Delta W_{\text{кип}}}{W_i}. \quad (2.12)$$

Вариант 3

Рассматривают условие, что для загрузки используются оба груза («лёгкий» и «тяжёлый») и их количество определяется путем решения системы:

$$\begin{cases} \Delta D_{\text{ч}} = Q_m + Q_l \\ \Delta W_{\text{кип}} = Q_m \cdot u_m + Q_l \cdot u_l \end{cases} \quad (2.13)$$

Из рассматриваемых вариантов выбирается наиболее выгодный, который определяется по максимальной сумме фрахта, рассчитанной для каждого из вариантов:

$$F = \sum f_i Q_i, \quad (2.14)$$

где f_i – фрахтовая ставка на перевозку данного вида груза, дол/т.

2.4. Размещение грузов по грузовым помещениям

Для распределения груза по грузовым помещениям необходимо рассчитать грузоподъемность каждого из них [3; 5; 6]. Для этого воспользуемся формулой:

$$Q_i = K_{тр.i} \cdot D_{ч}, \quad (2.15)$$

где Q_i – количество груза в грузовом помещении: допускается отклонение до $\pm 10\%$.

$K_{тр.i}$ – коэффициент трюмной неравномерности.

Коэффициент трюмной неравномерности определяется из следующего соотношения:

$$K_{тр.i} = \frac{W_i}{W_{кип}}. \quad (2.16)$$

Результат расчетов приводится в виде табл. 2.1.

Таблица 2.1

Коэффициент трюмной неравномерности

Грузовое помещение	$W_i, м^3$	$K_{тр.i}$	$Q_i, т$
Твиндек 1			
Трюм 1			
.....			
.....			
Итого:			

При распределении груза должны соблюдаться следующие требования:

- использование грузоподъемности и/или грузовместимости судна;
- грузы в одном грузовом помещении должны быть только совместимыми;
- обязательное обеспечение загрузки обязательных грузов;
- задействовать минимальное количество грузовых помещений под отдельный вид груза.

Загрузку грузовых помещений при выбранном варианте производят аналогично как для судна в целом, т. е. одну из формул (2.11-2.13).

Суммарное количество груза в грузовых помещениях при вариантах 1 и 3 должно быть равно расчетной грузоподъемности, а при 2-м варианте, сумме обязательного и «легкого» факультативного груза, с использованием киповой грузовместимости.

Результаты распределения груза по грузовым отсекам отражаются в табл. 3, где показан пример заполнения.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОРЕХОДНЫХ КАЧЕСТВ СУДНА

Таблица 3

Распределения груза по грузовым отсекам

Помещение \ Груз	Рыбная мука УПО = 2,2 м ³ /т		Металл чёрный УПО = 0,5 м ³ /т		Кормовое зерно УПО = 1,8 м ³ /т		$\sum Q_i$ тонн	$\sum W_i$ м ³
	Q ₁	W ₁	Q ₂	W ₂	Q ₃	W ₃		
ТВ. 1	200	440	-	-	-	-	200	440
ТР.1	-	-	300	150	200	360	500	510
.....
Итого	...	...	...	...	...	...	...	...

3.1. Определение общей и местной прочности судна

Общую прочность корпуса судна проверяют путем сравнения изгибающих моментов ($M_{изг}$) с нормативной величиной допускаемого изгибающего момента ($M_{доп}$) [3]. Наибольший изгибающий момент складывается из действия сил тяжести судна, груза и сил поддержания:

$$M_{изг} = M_0 + M_{гр} - M_{с.п}, \text{ тм}, \quad (3.1)$$

где M_0 – изгибающий момент от сил тяжести на миделе порожнего судна, тм;

$M_{гр}$ – изгибающий момент от груза и запасов, тм;

$M_{с.п}$ – изгибающий момент на миделе от сил поддерживания.

Изгибающий момент от сил тяжести на миделе порожнего судна определяется по формуле (3.2):

$$M_0 = k \cdot D_0 \cdot L_{пп}, \text{ тм}, \quad (3.2)$$

где $k = 0,1$ коэффициент, учитывающий расположение машинного отделения;

D_0 – водоизмещение судна порожнем, т;

$L_{пп}$ – длина судна между перпендикулярами, м.

Изгибающий момент от груза определяется по формуле (3.3):

$$M_{ep} = \frac{1}{2} \sum Q_i X_i, \text{ тм}, \quad (3.3)$$

где X_i – абсцисса (относительно от миделя) центра тяжести груза в грузовом помещении. Определяется по схематическому чертежу судна, выполненному с указанным масштабом.

Результаты расчетов приводятся в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Изгибающие моменты от груза

Грузовое помещение	Количество груза Q_i , т	Координата X_i , м	Изгибающий момент $M_{гpi}$, тм
Твиндек 1			
Трюм 1			
.....			
.....
Итого		×	

Изгибающий момент на миделе от сил поддержания определяется по формуле (3.4):

$$M_{с.п.} = K_{с.п.} \cdot D \cdot L_{пп}, \text{ тм}, \quad (3.4)$$

где $K_{с.п.}$ – коэффициент, учитывающий влияние сил поддержания на изгибающий момент.

Определяется по эмпирической формуле:

$$K_{с.п.} = 0,315 + 0,08995 \cdot C_b, \quad (3.5)$$

где $C_b = 0,65$ – коэффициент общей полноты судна.

Если $M_{изг}$ получается положительным, то судно испытывает перегиб; если отрицательным – прогиб на тихой воде. Полученную величину $M_{изг}$ необходимо сравнить с допустимым значением:

$$M_{доп} = K \cdot V \cdot L_{пп}^{2,3}, \text{ тм}. \quad (3.6)$$

При этом определяется два значения:

- при положении судна на вершине волны (перегиб): $K = 0,0205$;
- при положении судна на подошве волны (прогиб): $K = 0,0182$.

Для облегчения расчета величины $L_{\text{пп}}^{2,3}$: при длине судна между перпендикулярами 96 м, будет иметь значение 36243 [5].

Если величина $M_{\text{изг}}$ отличается от $M_{\text{доп}}$ не более, чем на 20 %, то общая прочность обеспечена. В противном случае необходимо делить корректировку загрузки судна. При положительном значении $M_{\text{изг}}$, грузы необходимо перемещать от оконечностей судна к его середине. При отрицательном значении $M_{\text{изг}}$, грузы следует перемещать из средней к оконечностям. Только после этих условий производится расчет дифферента и остойчивости.

Обеспечение местной прочности корпуса осуществляется путем нормирования нагрузки на единицу площади палубы. Нагрузка в тоннах на 1 м^2 палубы трюма или твиндека обычного универсального судна не должна быть больше следующего значения:

$$P = 0,75N_i, \text{ т / м}^2, \quad (3.7)$$

где N_i – высота грузового помещения, м.

Результаты расчетов представляются в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Местная прочность судна

Грузовое помещение	$L_i, \text{ м}$	$V_i, \text{ м}$	$S_i, \text{ м}$	$H_i, \text{ м}$	Q_i	Удельная нагрузка т/м^3	
						допустим.	фактич.
Твиндек 1							
Трюм 1							
.....							
.....

3.2. Определение остойчивости судна

Остойчивость – способность судна возвращаться в положение равновесия после воздействия внешних сил и определяет его поведение на волнении. При малой остойчивости судно становится валким, возникают большие амплитуды качки, создается опасность опрокидывания даже при небольших внешних кренящих силах.

Опасность представляет и чрезмерная остойчивость, приводящая к резкой порывистой качке, грозящей смещению груза, обрывом креплений и возможному опрокидыванию.

Основной характеристикой, по которой оценивается остойчивость, является метацентрическая высота [3]. Метацентрическая высота – это возвышение метацентра над центром тяжести судна. Ориентировочные значения

оптимальной метацентрической высоты для сухогрузных судов среднего тоннажа будет 0,3-1,0 м, а для судов большего тоннажа – до 1,5 м.

Метацентрическая высота определяется по формуле:

$$h = r + Z_c + Z_g, \text{ м}, \quad (3.8)$$

где r – поперечный метацентрический радиус, м;

Z_c – аппликата центра величины;

Z_g – отстояние центра тяжести от киля.

В свою очередь, поперечный метацентрический радиус определяется по формуле (3.9):

$$r = \frac{0,08 \cdot B^2}{T_{\text{л}}}, \quad (3.9)$$

где B – ширина судна, м;

$T_{\text{л}}$ – осадка судна в грузу, м.

Аппликата центра величины определяется из следующего выражения:

$$Z_c = T_{\text{л}} - Z_w, \text{ м}, \quad (3.10)$$

где Z_w – отстояние центра величины до грузовой ватерлинии, м.

$$Z_w = \frac{1}{3} \times \left(\frac{T_{\text{л}}}{2} + \frac{V}{S} \right). \quad (3.11)$$

Отношение объемного водоизмещения к площади ватерлинии ($\frac{V}{S}$) можно выразить следующим образом:

$$\frac{V}{S} = \frac{D}{100t}, \text{ м}, \quad (3.12)$$

где t – количество тонн, изменяющих осадку судна на 1 см, т/см.

Аппликата центра тяжести загруженного судна находится:

$$Z_g = \frac{\sum Q_i \cdot z_i + D_0 \cdot Z_0}{\sum Q_i + D_0}, \text{ м}, \quad (3.13)$$

где $Z_0 = k \times H_{\text{бор}}$, м;

$H_{\text{бор}}$ – высота борта, м;

k – коэффициент, равный 0,68.

Момент, создаваемый грузом относительно килля, представлен в табл. 3.3:

Таблица 3.3

Расчет моментов от груза

Грузовые помещения		Qi, м	Zi, м	Mz i
Твиндек 1	Груз 1			
	Груз 2			
Итого		×	×	

3.3. Определение дифферента судна

Дифферент судна после загрузки грузами может быть рассчитан по формуле:

$$Z_g = \frac{\sum Q_i \cdot z_i + D_0 \cdot z_0}{\sum Q_i + D_0}, \text{ м}, \quad (3.14)$$

где $M_{\text{диф}}$ – дифферентующий момент от груза и порожнего судна, тм;

M_t – удельный дифферентующий момент, см/тм.

Непосредственно $M_{\text{диф}}$ определяется:

$$M_{\text{диф}} = D (X_g - X_c), \text{ м}. \quad (3.15)$$

Абсцисса центра тяжести судна от миделя будет:

$$X_g = \frac{\sum Q_i X_i + D_0 X_0}{\sum Q_i + D_0}, \text{ м}. \quad (3.16)$$

В таблице представляются изгибающие моменты от груза. Расстояние до центра тяжести грузов от миделя в носовую часть записываются со знаком « + », а в кормовую часть со знаком « - ».

Таблица 3.4

Изгибающие моменты от груза

Грузовое помещение		Qi, т	Xi, м	Mдиф. i, тм
Твиндек 1	Груз 1	Qтв 1 1	...	...
	Груз 2	Qтв 1 2	...	...
Трюм 1		Qтр 1	...	...
.....
.....
Итого			×	

Если в грузовом помещении находятся два и более видов груза, для каждого из них отдельно находятся моменты. Абсцисса центра тяжести порожнего судна $X_0 = -13,3$ берется из характеристики судна, а также $X_c = 0,88$ – отстояние центра величины от миделя. Удельный дифференцирующий момент будет определяться по формуле (3.17):

$$M_t = \frac{D \cdot R}{100L_{nn}}, \quad (3.17)$$

где $R = \frac{0,08 \cdot L_{nn}}{T_l}$, m – это продольный метацентрический радиус.

Поскольку суда будут проходить подходным каналом к порту Калининград, то они должны быть на равном киле, т. е. дифферент должен быть близок к нулю или с небольшим дифферентом на корму. В случае, если дифферент составит – 1,0 м и более, необходимо сделать корректировку загрузки судна. Это можно осуществить за счет переноса части груза из кормового отсека в носовое помещение или отказаться от части факультативного груза.

Количество груза, переносимое из кормовых помещений в носовое, можно определить по следующему выражению:

$$Q_{nep} = \frac{M_t \cdot d}{L_{nep}}, \quad (3.18)$$

где d – величина уменьшения дифферента, см;
 L_{nep} – дальность переноса груза.

4. РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОСВОЕНИЯ ГРУЗОПОТОКА

1. Суммарный грузопоток на линии

Так как в каждом рейсе суда загружаются обязательным и факультативным грузами, то общий грузовой поток находится из следующей пропорции:

$$\left(\frac{Q_{об} - \sum Q_{об}}{Q_p - X(Q_{год})} \right), \quad (4.1)$$

где $Q_{об}$ – количество обязательного груза, т;

$\sum Q_{об}$ – годовой грузопоток (исходные данные), т;

Q_p – загрузка судна на рейс с учетом факультативного груза, т.

2. Суммарная протяженность линии

$$L = L_1 + L_2, \quad (4.2)$$

где L_1 – расстояние проходимое судами в грузу, мили;
 L_2 – расстояние в балласте, мили.

3. Грузооборот линии

$$\sum Q_i L_i = Q_1 \cdot L_1 + Q_2 \cdot L_2 + \dots, \text{ тм.} \quad (4.3)$$

4. Удельная грузовместимость судов

$$\omega = \frac{W_{\text{кин}}}{D_{\text{ч}}}, \text{ м}^3/\text{т.} \quad (4.4)$$

5. Средневзвешенный удельный погрузочный объем

$$\bar{u} = \frac{\sum Q_i u_i}{\sum Q_i}, \text{ м}^3/\text{т.} \quad (4.5)$$

6. Расчет тоннажа для освоения грузопотока [5]

$$\text{При } \omega \geq \bar{u} : \sum D_{\text{ч}} = \sum Q_{\text{год}}, \text{ т;} \quad (4.6)$$

$$\text{При } \omega < \bar{u} : \sum D_{\text{ч}} = \frac{\sum Q_{\text{год}} \cdot \bar{u}}{\omega}.$$

7. Коэффициент использования тоннажа

$$\alpha = \frac{\sum Q_i l_i}{\sum D_{\text{ч}} \cdot L}. \quad (4.7)$$

8. Средняя дальность пробега 1 м груза

$$\bar{l} = \frac{\sum Q_i l_i}{\sum Q}, \text{ мили.} \quad (4.8)$$

9. Коэффициент сменности груза

$$\beta = \frac{L}{\bar{l}}. \quad (4.9)$$

10. Стояночное время рейса

$$T_{ст} = \frac{Q_p}{M_B^П} + \frac{Q_p}{M_B^B}, \text{сут.} \quad (4.10)$$

11. Время рейса

$$T_p = t_x + t_{ст}, \text{сут.} \quad (4.11)$$

12. Коэффициент ходового времени [5]

$$\varepsilon_x = \frac{t_x}{t_p}, \text{сут.} \quad (4.12)$$

13. Число рейсов: расчет производится с точностью до десятых

$$r = \frac{T_3}{t_p}, \text{сут.} \quad (4.13)$$

14. Провозная способность судна за эксплуатационный период [5]

$$\Pi_T = \alpha \cdot \delta \cdot D_q \cdot r, \text{т.} \quad (4.14)$$

15. Расчетное число судов для освоения грузопотока

$$n_{рас} = \frac{\sum Q_{год}}{\Pi_T}, \text{ед.} \quad (4.15)$$

где в расчетах после запятой оставлять один знак.

16. Производительность I_t тоннажа в сутки

$$\mu = \alpha \cdot \varepsilon_x \cdot v_3, \quad (4.16)$$

где $v_3 = \frac{L}{t_x}$, миль /сут – суточная эксплуатационная скорость.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Номер варианта для студентов заочной формы обучения получается путем сложения двух последних цифр зачетной книжки, а для курсантов очной формы обучения вариант назначается преподавателем, ведущим данную дисциплину.

В исходных данных позиция, как для обязательного, так и для факультативного груза – это номер, под которым стоит данный вид груза. Для факультативных грузов проводится фрахтовая ставка в \$/тонну.

Таблица 4

Таблица вариантов

№ п/п	Дальность перевозки L, мили	Годовой грузопоток Q _{обяз} , тыс.т	Обязательный		Факультативный			
			пози- ция	Q _{рей}	пози- ция	f ₁ , \$/т	пози- ция	f ₂ , \$/т
1	1 450	330	7	2 600	20	36	8	88
2	1 270	450	10	3 600	4	95	14	44
3	1 070	310	16	3 800	12	63	11	30
4	1 950	540	5	3 500	2	80	19	40
5	1 130	400	8	3 100	5	2	16	75
6	1 340	280	20	3 800	7	48	15	85
7	1 550	250	3	2 600	9	70	10	55
8	1 210	280	11	3 000	3	80	18	48
9	1 220	470	18	3 200	14	70	1	38
10	1 430	350	12	3 000	10	75	6	40
11	1 520	300	17	3 200	13	88	8	45
12	1 060	400	13	3 500	19	38	3	80
13	1 600	300	1	3 400	13	77	8	38
14	1 180	400	6	3 200	11	50	7	90
15	1 370	380	14	2 000	15	97	16	42
16	1 910	440	19	3 300	2	80	15	45
17	1 220	340	9	2 800	10	72	18	43
18	1 520	440	15	2 600	20	68	7	38
19	1 080	360	2	2 600	6	66	14	52
20	1 350	530	14	3 500	6	37	10	67


Таблица 5

Номенклатура груза

№ п/п	Наименование груза	Вид тары	УПО МЗ/Т	$M_{В}^n$ т/с-сут	$M_{В}^B$ т/с-сут
1	Алебастр	Мешки	1,2-1,3	1 200	1 400
2	Бумага газетная	Рулоны	2,6-2,8	1 100	1 300
3	Бумага упакованная	Рулоны	1,8-2,0	1 250	1 400
4	Галантерея	Ящики	2,6-2,8	950	1 150
5	Железо прутковое	Пачки	0,4	1 800	2 100
6	Жмыхи кукурузы	Мешки	2,2-2,3	1 300	1 500
7	Жмыхи льняные	Мешки	1,6-1,7	1 400	1 750
8	Кабель	Барабаны	2,3	1 600	1 800
9	Зерна кормовые	Мешки	2,0-2,2	1 200	1 450
10	Цветной металл	Слитки	0,5	1 600	2 000
11	Металлоизделия	Без упаковки	0,8	1 700	2 100
12	Мука рыбная	Мешки	2,2	1 200	1 450
13	Полевой шпат	Мешки	0,85	1 400	1 700
14	Проволока	Рулоны	0,7	1 800	2 100
15	Ткани х/б	Кипы	2,4	1 050	1 350
16	Фанера	Пачки	1,5-1,7	1 200	1 450
17	Фосфатные удобрения	Мешки	1,3-1,4	1 300	1 500
18	Целлюлоза сухая	Кипы	1,7-1,9	1 200	1 550
19	Металлолом прессов.	Кипы	0,8	1 600	1 900
20	Трубы малого диаметра	Связки	0,9	1 800	2 100

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксютин Л.Р. Грузовой план судна. – Одесса: ЛАТСТАР, 1999. – 140 с.
2. Жуков Е.К., Письменный М.Н. Технология морских перевозок. – М.: Транспорт, 1980. – 312 с.
3. Кулагин В.Д. Теория и устройство промысловых судов. – Л.: Судостроение, 1986. – 392 с.
4. Мойсеенко, С.С. Организация и технология перевозок на водном транспорте. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2019. – 189 с.
5. Немчиков В.Н. Организация работы и управление морским транспортом. – М.: Транспорт, 1982. – 312 с.
6. Снопков В.И. Технология перевозки грузов морем. – СПб.: Мир и семья, 2001. – 550 с.



Мойсеенко Сергей Сергеевич
Светличный Геннадий Васильевич

**ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ
ПЕРЕВОЗОК НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ**

Методические указания
по выполнению курсового проекта
для курсантов и студентов специальности
26.03.01 «Управление водным транспортом
и гидрографическое обеспечение судоходства»,
профиль «Управление транспортными системами
и логистическим сервисом на водном транспорте»
по дисциплине «Организация и технология
перевозок на водном транспорте»
очной и заочной форм обучения

Ведущий редактор О.В. Напалкова

Лицензия № 021350 от 28.06.99.

Младший редактор Г.В. Деркач

Печать офсетная.

*Компьютерное редактирование
О.В. Савина*

Формат 60x90/16.

*Подписано в печать 13.05.2021 г.
Усл. печ. л. 1,4. Уч.-изд. л. 1,5.*

Заказ № 1672. Тираж 50 экз.

Доступ к архиву публикации и условия доступа к нему:

<https://bgarf.ru/akademia/#biblioteka>

БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»

*Издательство БГАРФ,
член Издательско-полиграфической ассоциации высших учебных заведений
236029, Калининград, ул. Молодежная, 6.*

БГАРФ