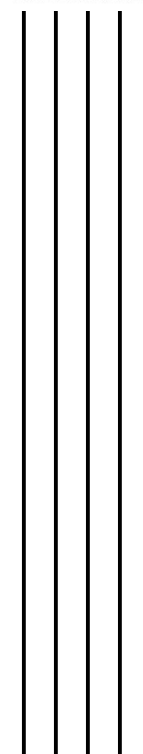
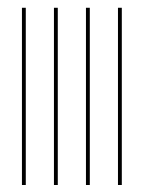


Для замечаний и предложений



Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический
университет

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсовой работы
по дисциплине

«Управление работой флота и технология перевозок»

для студентов дневной и заочной форм
обучения специальности 6.100301 —
«Судовождение»

Заказ № _____ от _____ 2009. Тираж _____ экз.

Изд-во СевНТУ

Севастополь
2009



УДК 656.61.052

Для замечаний и предложения

Методические указания к выполнению контрольной работы по дисциплине «**Управление работой флота и технология перевозок**» для студентов дневной и заочной формы обучения специальности 6.100301 — «**Судовождение**» / **И.Н. Коберник, Г.В. Боков**. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2009. — 72 с.

Целью методических указаний ознакомить студентов с основными принципами размещения грузов на борту судна, научить самостоятельно производить необходимые при составлении грузового плана расчеты с учетом обеспечения безопасной остойчивости и прочности корпуса судна, а также оказать методическую и информационную помощь в дальнейшей сдаче государственного экзамена и выполнения дипломного проекта.

Методические указания соответствуют минимальным требованиям стандарта подготовки вахтенных помощников судов валовой вместимости 500 или более, кодекса ПДНВ раздела А-II, таблиц А-II/1 и А-II/2.

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры судовождения и безопасности судоходства, протокол № 12 от 11 февраля 2009 г.

Допущены учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент:

Буров Р.П., старший преподаватель кафедры СБС, капитан дальнего плавания.



Для замечаний и предложений

СОДЕРЖАНИЕ

1. Рекомендации по выполнению курсовой работы.....	4
2. Основные требования к выполнению курсовой работы.....	6
3. Основные положения.....	7
4. Основные определения, применяемые в курсовой работе.....	8
5. Основные требования к грузовому плану судна.....	11
6. Расчет грузоподъемности и грузовместимости на предстоящий рейс.....	14
7. Расчет допустимого количества груза к погрузке на судно для груза в таре.....	18
8. Расчет необходимого количества сепарационных материалов.....	21
9. Расчет остойчивости и посадки судна при составлении грузового плана.....	25
10. Построение диаграмм статической и динамической остойчивости.....	30
11. Проверка общей прочности корпуса судна.....	35
12. Графическое исполнение грузового плана судна.....	37
Библиографический список.....	39
Приложение А. Варианты заданий курсовой работы.....	40
Приложение Б. Значения L^{23bp}	53
Приложение В. Ship's particulars (vessel No 1).....	54
Приложение Г. Ship's particulars (vessel No 2).....	56
Приложение Д. Удельные погрузочные объемы некоторых генеральных грузов.....	58
Приложение Е. Транспортные характеристики некоторых навалочных грузов.....	62
Приложение Ж. Транспортные характеристики колесно- гусеничной техники.....	65
Приложение З. Размеры пакетов с пиломатериалами.....	68
Приложение И. Характеристики морских контейнеров.....	69



1. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Методические указания предназначены для студентов дневной и заочной форм обучения специальности 6.100301 «Судовождение», изучающих дисциплину «Управление работой флота и технология перевозок грузов морем».

Курсовая работа выполняется в электронном или рукописном варианте, при этом правила оформления курсовой работы (размер шрифта, междустрочный интервал, формат листов, оформление таблиц и расчетов и т.д.) стандартны и должны соответствовать правилам оформления отчетных текстовых документов по кафедре СБС, которые изложены в соответствующих методических указаниях. Студентам рекомендуется ознакомиться с ними на кафедре СБС или у ведущего преподавателя.

Объем курсовой работы должен составлять 20...25 листов формата А4. При выполнении курсовой работы рекомендуется использовать библиографические источники, указанные в данных методических указаниях. Задание на курсовую работу, номенклатура грузов, тип судна выдаются каждому студенту непосредственно ведущим преподавателем в соответствии с таблицей вариантов заданий, приведенных в Приложении 1.

Технико-эксплуатационные характеристики судов 1 и 2 приведены в Приложениях В и Г соответственно. Информацию по остойчивости судна, грузовую шкалу необходимо получить у ведущего преподавателя. Расстояние между портами погрузки и выгрузки выбираются из Таблицы морских расстояний (издания ГУНиО МО или Admiralty).

Методические указания соответствуют минимальным требованиям стандарта подготовки вахтенных помощников капитана судов валовой вместимостью 500 и более, раздела А-II, таблицы А-II/1, Кодекса ПДМНВ «Минимальные требования к компетентности вахтенных помощников капитана судов валовой вместимостью 500 и более», а также Международной конвенции СОЛАС-74, Кодекса МКУБ-93.

В результате выполнения курсовой работы студент **должен уметь:**

- 1) объяснить принципы расчета и разработки грузового плана;
- 2) определить правила и технологию перевозки данного конкретного груза;

ПРИЛОЖЕНИЕ II. ХАРАКТЕРИСТИКИ МОРСКИХ КОНТЕЙНЕРОВ

Таблица И.1 — Характеристики морских контейнеров

Обозначение	Длина, мм (в скобках в футах)	Допустимая масса брутто, т.
1А	12192 (40)	30,48
1В	9125 (30)	25,40
1С	6058 (20)	20,32
1Д	2991 (10)	10,16

Примечание. Ширина и высота контейнеров всех типов 2438 мм (8 футов).

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. РАЗМЕРЫ ПАКЕТОВ С ПИЛОМАТЕРИАЛАМИ

Таблица 3.1 — Размеры пакетов с пиломатериалами

Пакетируемая пилопродукция	Размер поперечного сечения пакета	
	Ширина, мм	Высота, мм
Пиломатериалы	1350	1300
	1250	1200
	850	800
	900	1200
Пиломатериалы на экспорт	1250	1200
	850	800
	900	1200
	1000	1100
	1100	1100
Обапол	1350	1300
	1250	1300
	2800	1600
Шпалы	1250	1200
	2800	1350
Комплекты де- талей ящичной тары, клепка	1250	1200
	2800	1600

Примечание.

1. Длина пакета от 1,0 до 6,5 м.
2. Обапол — пилопродукция из боковой части бревен, где пропилена только одна сторона, другая сторона не пропилена или пропилена частично.
3. Круглые и колотые пиломатериалы формируются в пакеты длиной от 1,0 до 8,0 м, поперечным сечением 2,8 на 1,6 м.
4. УПО: пиломатериалов в пакетах — 1,9...2,9 м³/т; пропсов и балансов в пакетах — 2,4...3,3 м³/т; шпал, брусев — 1,5...2,0 м³/т.

3) определить действующую грузовую сезонную марку для конкретного рейса в указанном районе плавания с учетом перехода из одной сезонной зоны в другую;

4) пользоваться грузовой шкалой судна, определять дедвейт и водоизмещение судна для выбранной сезонной грузовой марки;

5) рассчитать необходимое количество судовых запасов на предстоящий рейс;

6) выполнить необходимые расчеты по грузоподъемности, грузовместимости загрузке судна и обеспечению прочности корпуса и остойчивости (удельный погрузочный объем грузов (УПО), транспортные характеристики палубного груза выбираются самостоятельно из Приложений 5 – 9 и согласовываются с преподавателем);

7) определить порядок и технологию подготовки грузовых помещений под конкретный груз;

8) построить диаграммы статической и динамической остойчивости, объяснить принцип контроля остойчивости судна по их данным;

9) произвести контроль прочности корпуса на отход судна из порта погрузки;

10) выполнить в графическом виде грузовой план судна на предложенный рейс, дать необходимые пояснения.

2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

В процессе проведенной работы и выполненных расчетов **необходимо реализовать следующие задания** по конкретному судну, указанному преподавателем.

1. Дать краткие характеристики портов погрузки и выгрузки судна (действующая сезонная зона, проходные глубины, количество причалов и глубины у них, техническое оснащение порта).

2. Дать транспортные характеристики предложенных к перевозке грузов, описать правила их перевозки, меры по обеспечению сохранности на переходе морем и при грузовых операциях. Определить опасен ли предложенный груз и если опасен, то дать описание степени опасности и мер предосторожности.

3. Изложить требования по подготовке грузовых помещений к перевозке предложенного груза, и, если это применимо, описать сепарацию, используемую при перевозке данного вида груза. Рассчитать количество необходимой сепарации, указать способы и методы крепления предложенного палубного груза.

4. Указать международные конвенции и кодексы, требования которых применимы при перевозке предложенного груза.

5. Определить сезонную грузовую марку, по которую можно загрузить судно на предстоящий рейс.

6. Рассчитать необходимое количество запасов на предстоящий рейс с учётом штормового % запаса (FO, GO, LO, FW).

7. Рассчитать чистую грузоподъёмность судна на рейс и количество предложенного груза, которое можно погрузить, с учетом действующей на конкретный рейс грузовой сезонной марки судна.

8. Составить грузовой план на предстоящий рейс с расчетом остойчивости, посадки судна и проверки общей прочности корпуса, дать необходимые пояснения.

9. Построить диаграммы статической и динамической остойчивости, указав на них основные элементы.

10. Рассчитать остойчивость и посадку судна на приход в порт выгрузки, с учётом израсходованных запасов.

11. По ключевым разделам работы дать обоснования по загрузке судна на уровне функций вахтенного помощника капитана судов валовой вместимостью от 500 и более.

12. Привести список использованных литературы и пособий.

Продолжение таблицы Ж.1

Бульдозеры				
Б — 10МБ	19,56	6,26	4,26	3,15
ТС — 10	16,60	6,42	3,24	3,09
ДТ — 75.ДЕРС.2	7,40	5,03	2,52	2,92
Д — 271	12,73	5,40	3,04	3,05
Д — 959А	14,00	5,10	2,95	2,95
Экскаваторы				
“Hyundai R140LC — 7”	13,98	7,80	2,60	2,82
“Hyundai R35 — 7”	3,32	4,20	2,00	2,70
“Hyundai R180LC — 7”	18,40	8,99	2,59	2,92
ЭО — 2121 (на пневмоходу)	5,70	2,45	2,60	2,46
ЭО — 4121 (на пневмоходу)	21,20	9,00	2,95	3,30
ЭО — 5015 (на пневмоходу)	12,25	6,10	2,77	5,70
КМ — 602 (на пневмоходу)	21,25	9,20	2,83	5,90
Буровой станок УКС — 22	7,10	8,50	2,32	3,30
Автокраны				
К — 51	12,00	10,05	2,65	3,85
К — 104	22,80	14,30	2,73	3,91
ЗИЛ — 130КС — 2561	8,70	10,60	2,50	3,65
Автопогрузчики				
Т — 156 (тракторный)	10,55	7,12	2,50	3,27
Т — 157 (тракторный)	18,22	6,82	3,25	2,25
4000М	5,05	3,38	2,24	3,20
4008	13,30	6,56	2,75	3,75
ПБ — 39 (тракторный)	8,70	4,95	2,25	2,30
Дорожно-строительные				
Автоскрепер Д — 357	19,00	10,25	3,25	2,93
Автогрейдер 144	13,40	8,22	2,46	2,46
Тягачи				
КрАЗ — 321	10,10	7,38	2,64	2,62
КамАЗ — 5410	6,80	6,14	2,48	2,83
КрАЗ — 255В	10,60	7,68	2,75	2,93
ЗИЛ — 130В1	3,86	5,28	2,36	2,40



Продолжение таблицы Ж.1

АЦ-4,0 — 40 — 9ВР (пожарная)	11,61	8,75	2,50	3,03
АЦ-8,0 — 40 — 24ВР (пожарная)	13,15	9,44	2,50	3,15
УАЗ — 3163 Patriot	2,07	4,65	2,08	2,00
УАЗ — 3909	1,82	4,44	1,94	2,10
«Урал — 375»	8,40	7,35	2,69	2,68
Прицепы				
КАЗ — 717 (полуприцеп)	4,00	7,69	2,47	1,98
МАЗ — 5205А (полуприцеп)	5,70	10,18	2,50	3,61
МАЗ — 941 (полуприцеп)	6,70	13,22	2,50	-
ОдАЗ — 885 (полуприцеп)	2,85	6,38	2,45	2,03
ОдАЗ — 9370 (полуприцеп)	5,48	9,63	2,50	2,07
Т — 151А	8,00	10,50	2,70	1,96
Топливозаправщики				
ТЗ 56215 (КАМАЗ 53228)	10,10	8,20	2,50	3,00
ТЗ 16	23,00	11,38	2,64	2,95
ТЗ 151 — П	9,30	11,88	2,23	2,58
ТЗ 46123 — 012	6,80	7,56	2,50	2,66
Тракторы				
Колесный трактор ХТА — 220	9,23	6,60	2,34	3,16
Колесный трактор К — 744Р1	14,10	7,35	2,87	3,95
Колесный трактор К — 701ЭСТ	11,45	6,55	2,80	3,55
МТЗ — 1221 («Беларусь»)	4,60	4,95	2,25	2,82
МТЗ — 82.1 («Беларусь»)	3,70	3,93	1,97	2,78
Трелевочн. трактор ТДТ — 40М	6,68	4,50	2,01	2,43
Трактор гусеничный ДТ — 75	6,00	4,53	2,24	2,71
Трактор гусеничный ДТ — 75БМ	7,16	4,32	2,27	2,33
Трактор гусеничный Т — 10М.0111 — 1	15,99	4,21	2,48	3,25
Трактор гусеничный ВТ — 150Д	7,82	5,40	1,85	3,12

3. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

При проведении расчетов запасов и необходимого лимита времени на предстоящий рейс следует учитывать, что в нашем случае начало рейса — момент подачи судна под погрузку в порту погрузки, а окончание — момент окончания выгрузки в порту выгрузки.

При проведении расчетов остойчивости и посадки предложенного судна за центр системы координат принята точка пересечения плоскостей мидель-шпангоута, диаметральной (ДП) и основной плоскостей (ОП) судна.

За ось абсцисс ОХ — линия пересечения ДП и ОП, при этом положительные значения располагаются по направлению в нос.

За ось аппликат ОZ — линия пересечения ДП и плоскости мидель-шпангоута. Значения всегда положительны.

За ось ординат ОУ — линия пересечения ОП и плоскости мидель-шпангоута. Положительное направление — на правый борт.

Правило знаков для дифферента: «+» — на нос; «-» — на корму.

Правило знаков для крена: «+» — на правый борт; «-» — на левый борт.

Правило знаков для изгибающего момента: «+» — палуба растянута, днище сжато (**перегиб**); «-» — палуба сжата, днище растянуто (**прогиб**).

Правило знаков для перерезывающей силы: «+» — вниз по оси ОZ; «-» — вверх по оси ОZ.



4. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В КУРСОВОЙ РАБОТЕ

1. **Эксплуатационно-технические характеристики судна (ship's particulars)** — линейные, весовые, объемные и скоростные характеристики транспортного судна.

2. **Остойчивость (stability)** — способность судна, выведенного из состояния равновесия под воздействием внешних сил, возвращаться в исходное положение после прекращения действия этих сил.

3. **Грузоподъемность (carrying capacity)** — масса груза, который может быть принят на борт судна по заданную сезонную грузовую марку. Различают **полную грузоподъемность** судна или **дедвейт**; и **чистую грузоподъемность**.

4. **Дедвейт (deadweight)** — разность между водоизмещением судна в полном грузу и водоизмещением порожнем. В паспортных данных транспортных судов обычно указывают дедвейт, рассчитанный для плавания судна загруженного по летнюю грузовую марку в соленой воде (плотностью 1,025 т/м³).

5. **Чистая грузоподъемность судна (cargo deadweight)** — разность между водоизмещением судна в полном грузу со всеми судовыми запасами и водоизмещением судна порожнем со всеми судовыми запасами, т.е. дедвейт судна без запасов топлива, воды, масла, снабжения, экипажа, багажа и принятого балласта, если таковой имеется. Иначе — масса полезного груза.

6. **Грузовместимость судна (cubic carrying capacity)** — объем помещений судна (в м³ или ft³), предназначенных для перевозки грузов. Различают **полную грузовместимость (или зерновую)** судна — объем всех грузовых помещений судна с учетом объема шпаций, и **чистую грузовместимость (киповую)** судна — объем грузовых помещений за исключением объема шпаций. Полная грузовместимость всегда больше чистой.

7. **Регистровая вместимость (tonnage)** — объем всех судовых помещений, измеренный в регистровых единицах (1 ед. = 100 ft³ = 2,83 м³). Различают **полную (валовую) регистровую вместимость (gross tonnage)** и **чистую (net tonnage) регистровую вместимость**. Валовая вместимость судна включает в себя объем всех помещений судна, расположенных под главной палубой, в надстройках и рубках, за исключением помещений, указанных в правилах обмера. Чистая вместимость включает в себя объем только коммерчески эксплуатируемых помещений.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж ТРАНСПОРТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОЛЕСНО-ГУСЕНИЧНОЙ ТЕХНИКИ

Таблица Ж.1 — Транспортные характеристики колесно-гусеничной техники

Марка	Масса, т	Габаритные размеры, м		
		Длина	Ширина	Высота
АЦ-4 — 150 (автоцистерна)	4,8	6,62	2,30	2,60
АЦ- 15 — 377с (автоцистерна)	9,0	9,29	3,50	2,64
Авт. грузовой "Isuzu NQR 71R"	4,7	6,00	2,30	2,40
Автобус "MAN LION'S SITY"	9,5	11,95	2,55	3,13
БЕЛАЗ — 548А	28,8	7,15	3,70	3,10
БЕЛАЗ — 7510	21,4	6,20	3,40	2,95
Автобус "Hyundai H-1"	2,2	5,13	1,92	1,925
"Subaru Tribeca"	1,9	4,87	1,88	1,72
ВАЗ — 2170	1,10	4,35	1,68	1,42
"KIA Carnival"	1,95	4,810	1,985	1,76
ГАЗ — 63	3,2	5,53	2,20	2,25
ЗИЛ — 127 (автобус)	10,0	10,22	2,68	3,06
ЗИЛ — 130	4,3	6,67	2,50	2,40
ЗИЛ — 151	5,60	6,93	2,32	2,31
КАМАЗ — 53202	7,38	8,30	2,50	3,37
КРАЗ — 214	12,60	8,35	2,70	2,88
КР — 258	9,30	7,12	2,63	2,67
МАЗ — 500А	6,60	7,14	2,50	2,65
МАЗ — 514	9,55	8,52	2,50	3,80
МАЗ — 525	24,50	7,40	3,25	3,86
МАЗ — 200	6,60	7,62	2,65	2,43
"KIA Sorento"	2,07	4,59	1,87	1,73
TATA LPT613	2,97	6,78	2,16	2,34
I — VAN (автобус пригородный)	4,82	7,40	2,24	2,92
Hummer H2	2,91	5,17	2,06	2,01



Продолжение таблицы Е.1

Фосфорит обожженный	Алжир	1,00...1,60	30
Хромовая руда	Россия	0,33	36
Цинковая обманка	Греция	0,46	38
Цинковая руда	Греция	0,43...0,47	40
Рудные концентраты			
Железорудный	Россия	0,31...0,41	
Марганцевый	Россия	0,40	35...40
Свинцовый	Россия	0,21...0,26	
Титановый	Россия	0,36	
Цинковый	Россия	0,30...0,43	
Чугун в чушках	Украина	0,28...0,34	36
Уголь			
Каменный уголь марки «А»	Украина	0,79...0,99	30...45
Каменный уголь марок «АК», «АКПА»	Украина	0,95...1,02	30...45
Каменный уголь марки «Д»	Украина	1,11...1,20	30...45
Каменный уголь марки «Г»	Украина	1,05...1,25	30...45
Каменный уголь марки «Ж»	Украина	0,92...1,16	30...45
Каменный уголь марки «К»	Украина	1,03...1,10	30...45
Каменный уголь марки «ОС»	Украина	0,90...1,08	30...45
Уголь-штыб	Украина	1,17...1,25	30...45
Кокс	Украина	1,25...1,55	45
Кокс пылевидный	Украина	1,64...1,98	35...47
Сланец горючий сортовой	Эстония	1,80	40

8. **Грузовая марка (loading mark)** — символ на борту судна, расположенный на мидель-шпангоуте (с обоих бортов судна) в который входят: **Круг Плимсоля** с горизонтальной линией, проходящей через центр (соответствует летней грузовой марке), гребенки с марками сезонных осадок и расположенной на мидель шпангоуте палубной линии, указывающей нижнюю кромку настила главной палубы.

9. **Поправка к метацентрической высоте из-за свободной поверхности (reduction in GM due to any free surface of liquids)** — учет при расчетах параметров остойчивости судна вредного влияния свободной поверхности жидких грузов и запасов в не полностью заполненных танках.

10. **Удельная грузоемкость судна (specific cargo capacity)** — грузоемкость судна, приходящаяся на одну тонну его чистой грузоподъемности ($\text{м}^3/\text{т}$ или $\text{ft}^3/\text{т}$).

11. **Удельный погрузочный объем (stowage factor)** — количество кубических метров объема, которое занимает 1 т груза ($\text{м}^3/\text{т}$).

12. **Скорость (speed)** — эксплуатационная характеристика судна, измеряемая в узлах (1 уз. = 1 миля/час). Различают скорость в грузу, в балласте, максимальную или паспортную скорость – скорость, полученная на ходовых испытаниях и являющаяся нормативной величиной на определенный срок эксплуатации судна. Эксплуатационная скорость — скорость, на которой практически работает судно (обычно указывается в чартерах при фрахтовании судна).

13. **Водоизмещение судна порожнем (light ship displacement)** — водоизмещение судна без груза, судовых запасов, балластной воды, экипажа с багажем, провизии, пассажиров и их имущества.

14. **Диаграмма статической остойчивости (ДСО) (static stability diagram)** — кривая зависимости приложенного восстанавливающего момента (M_v) или плеча восстанавливающего момента (l_v) от угла крена судна от прямого его положения до полного опрокидывания при статических нагрузках.

15. **Диаграмма динамической остойчивости (ДДО) (dynamic stability diagram)** — кривая зависимости работы восстанавливающего момента или плеча восстанавливающего момента от угла крена от прямого положения судна до угла опрокидывания при действии динамически приложенных кренящих сил.

16. **Статический угол крена судна** — остаточная величина крена судна в градусах при статическом наклонении.

17. **Динамический угол крена судна** — способность судна противостоять действию внезапно приложенных кренящих сил (порыв ветра, воздействие волн, рывок буксира и т.п.).



18. **Центр тяжести судна (ЦТ) (centre of gravity (G))** — точка приложения равнодействующих сил центра тяжести судна.

19. **Центр величины (ЦВ) (centre of flotation (C))** — точка приложения равнодействующих сил поддержания (центр тяжести погруженного объема судна).

20. **Грузовая шкала (cargo scale)** — номограмма зависимости водоизмещения, дедвейта и дифференцирующего момента от осадки судна.

21. **Поперечный метацентр М (transverse metacentre)** — точка пересечения равнодействующих сил поддержания судна без крена и при крене в поперечной плоскости (плоскость мидель-шпангоута).

22. **Метацентрическая высота h (metacentric height (GM))** — возвышение метацентра над центром тяжести (ЦТ) судна (измеряется в метрах и сантиметрах) в начальном положении равновесия.

23. **Пантокарены (cross — curves of stability)** — интерполяционные кривые плеч статической остойчивости при произвольно заданном ЦТ судна.

24. **Пантокарены плеч остойчивости формы (lf) — (curves of form stability arm)** — интерполяционные кривые плеч остойчивости формы.

25. **Угол заливания (θзал) — (angle of flooding)** — величина наклонения судна на угол, при котором в воду входят отверстия, через которые возможно попадание воды в корпус судна (иллюминаторы, двери, люки, лючки и т.п.).

26. **Угол естественного откоса (angle of repose)** — характеристика навалочного груза, характеризующая опасность его «сухого» смещения. Определяется экспериментальным путем и обозначает угол между горизонтальной плоскостью и боковой плоскостью поверхности свободно отсыпанного груза.

Продолжение таблицы Е.1

Соль поваренная	Польша	0,98...1,08	35
Соя		1,26...1,53	16...38
Жмых арахисовый	Индия	1,56...1,70	
Ячмень		1,42...1,72	16...45
Руда			
Апатиты	Россия	0,55	37
Бокситы	Греция	1,80	32...33
Бокситы	Гвинея	1,60	34...35
Глинозем (окись алюминия)	Гвинея	1,00...1,20	15
Железная руда	Алжир	0,40...0,47	40...45
Железная руда	Украина	0,35...0,80	30...61
Ильменит	Финляндия	0,43	35...38
Колчедан серый	Россия	0,60...0,90	
Магнетит	Китай	1,70	34...36
Марганцевая руда	Грузия	0,36...0,40	
Марганцевая руда	Алжир	0,42...0,47	
Марганцевая руда	Греция	0,47	28
Медная руда	Кипр	0,70	45...50
Медная руда	Чили	0,56	35
Мочевина	Румыния	1,30...1,60	28...45
Никелевая руда	Россия	0,71...0,77	
Пирит	Кипр	0,36	40
Пирит	Финляндия	0,42	42
Сода (карбонат натрия)	Украина	1,30...1,80	
Сульфид свинца	Алжир	0,25...0,35	42...50
Сульфид свинца	Греция	0,33	38
Сульфид цинка	Алжир	0,34...0,46	40...50
Суперфосфат	Тунис	0,90...1,00	40
Сера	Польша	0,91...1,02	35...40
Фосфаты	Алжир	0,80	30



**ПРИЛОЖЕНИЕ Е.
ТРАНСПОРТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕКОТОРЫХ
НАВАЛОЧНЫХ ГРУЗОВ**

Таблица Е.1 — Транспортные характеристики некоторых навалочных грузов

Наименование груза	Страна-экспортер	Удельные погрузочные объемы, м ³ /т	Угол естественного откоса, град
Минерально-строительные			
Гравий		0,55...0,60	30...40
Доломит		0,70...0,90	
Камни		0,55...0,60	
Каолин (белая глина)		1,30...1,50	30...33
Кварц белый		0,60...0,65	
Клинкер (цементный)	Турция	0,70...1,00	
Пемза	Италия	1,90...3,35	45
Песок		0,55...0,70	20...30
Песок литейный	Финляндия	0,50	30
Шамот		1,50	32
Шпат полевой		0,70...0,90	
Щебень		0,60...0,80	
Пищевые грузы			
Горох сушеный	Украина	1,26...1,49	
Кукуруза		1,28...1,48	17...38
Просо		1,23...1,33	
Пшеница		1,19...1,37	16...38
Рис	Индия	1,10...1,41	17...38
Рожь		1,33...1,47	17...38
Сахар-сырец	Куба	1,18...1,27	33...41
Семена горчицы	Индия	1,80...2,25	
Семена подсолнечника	Украина	2,50...2,55	60

**5. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ГРУЗОВОМУ
ПЛАНУ СУДНА**

Обеспечение безопасной, сохранной и своевременной доставки грузов грузополучателю — основная обязанность перевозчика в коммерческом судоходстве.

Правильное и рациональное размещение на судне грузов и запасов на предстоящий рейс, надлежащее их крепление являются одним из важнейших условий обеспечения безопасности плавания судна и сохранной и безопасной доставки грузов морем по назначению. Для реализации этих условий до начала погрузки, как только становятся известны наименования всех грузов на предстоящий конкретный рейс и их количество, составляется **грузовой план судна**.

Грузовым планом называется графическое изображение на чертеже судна размещения каждой партии груза на предстоящий рейс. Грузовой план морского судна составляют на основании общих требований к наиболее рациональному размещению грузов с учетом условий предстоящего рейса. Для выполнения этих требований необходимо обеспечить следующие условия:

- сохранение необходимой остойчивости, прочности корпуса и оптимальной посадки (дифферента) на всех этапах предстоящего рейса;
- наиболее выгодное и полное использование грузоподъемности и грузоместимости судна;
- возможность обеспечения погрузки и выгрузки грузов в минимальные сроки;
- безопасное плавание судна;
- сохранную и своевременную доставку грузов;
- соблюдение очередности погрузки судна с учетом выгрузки партий груза в промежуточных портах без дополнительных перевалок;
- соблюдение норм техники безопасности и охраны труда экипажа судна и персонала порта;
- исключение возможной порчи грузов от их взаимного влияния (действия влаги, пыли, запахов, возникновения различных химических или биологических процессов и т.п.), а также повреждения нижних слоев груза из-за тяжести верхних.

Для составления грузового плана необходимо знать подробные данные о судне, грузе и условиях плавания. Грузовой план может быть принят к исполнению только тогда, когда он обеспечит безопасность плавания, т.е. судно имеет достаточную остойчивость, продольную



прочность, допустимый крен и дифферент. Для выполнения этого условия необходимо распределить весовые нагрузки по длине, ширине и высоте судна, а также необходимо изучить и учесть все физико-механические, химические и прочие особые свойства предложенного к перевозке груза (грузов) а также правила их перевозки. Распределение грузов по грузовым помещениям значительно усложняется, если судно принимает груз на несколько портов выгрузки. Основное условие в этом случае заключается в том, что груз, следующий в первый порт выгрузки, находился сверху и, по возможности, был распределен по нескольким трюмам. Это даст возможность, во-первых, избежать дополнительной перевалки и задержки, а во-вторых, — производить выгрузку из нескольких трюмов одновременно.

По установившейся практике грузовой план составляют за несколько суток до прихода судна в порт погрузки. Зачастую его составляет порт, и он согласовывается и утверждается капитаном судна. При перевозке однородного груза предварительный план составляется администрацией судна по согласованию с портом. Такой грузовой план называется **предварительным**. В процессе погрузки в силу различных причин могут возникнуть изменения в подаче груза или его количестве. Это вызывает необходимость корректировки предварительного грузового плана и перекомпоновки грузов, как по количеству, так и по номенклатуре. В результате этих изменений к концу погрузки формируется окончательный или **исполнительный** грузовой план, в котором отражено фактическое изменение груза на судне.

Для составления грузового плана необходимо решить ряд задач по наилучшему размещению грузов и запасов на судне. Решение этих задач рекомендуется производить в ниже приведенной последовательности:

- 1) определить количество грузов, которое можно принять к перевозке на предстоящий рейс с учетом необходимых на рейс запасов;
- 2) если есть возможность — подобрать грузы исходя из необходимости обеспечения полного использования грузоподъемности и грузоместности судна или достижения максимальной фрахтовой выручки;
- 3) рассчитать распределение весовых нагрузок по грузовым отсекам судна, учитывая допустимые нагрузки на грузовую палубу трюмов;
- 4) распределить груз по отдельным грузовым помещениям, а запасы — по танкам и цистернам судна;
- 5) определить дифферент на момент отхода судна из порта погрузки и исправить его в случае необходимости;

Продолжение таблицы Д.1

Целлюлоза сырая	кипы	1,47...1,59
Цемент	мешки	0,70...0,90
Чай зеленый	ящики	3,20...3,60
Чай китайский	ящики	2,80...3,10
Чай цейлонский	ящики	2,80...3,00
Чай плиточный	ящики	1,30...1,50
Шерсть прессованная	кипы	2,10...4,30
Шкуры мокросоленые	бочки	1,56...1,70
Шкуры мокросоленые	кипы	1,13...1,30
Шкуры сухие	кипы	4,00...4,50
Шпалы железобетонные	без упаковки	0,20...0,25
Шпат полевой	мешки	0,70...0,90
Штукатурка сухая	пакеты	1,30...1,70
Яблоки	ящики	2,55...2,63
Яичный порошок	ящики	1,90...2,30

Примечание. Для зерновых грузов УПО приведен при перевозке в льно-джутовых мешках, при погрузке груза насыпью значение УПО будет на 10% меньше, при погрузке в мешках в пакетированном виде — на 8...10% больше.

Продолжение таблицы Д.1

Мочевина	мешки	1,40...1,70
Мрамор, глыбы	без упаковки	0,40
Мрамор, плиты	без упаковки	0,51...0,57
Мука пшеничная	мешки	1,42...1,56
Мука ржаная	мешки	1,50...1,70
Олово	слитки	0,20...0,28
Перец красный	мешки	2,36
Перец черный	мешки	2,10
Полевой шпат	мешки	0,85
Проволока	рулоны	0,70
Пробка	кипы	5,66...6,37
Рельсы	без упаковки	0,37...0,53
Рис белый	мешки	1,40...1,47
Рис неочищенный	мешки	1,98
Руда урановая	мешки	0,48...0,50
Сало свиное топленое	бочки	1,73
Сахар-рафинад	ящики	1,60
Сахар-песок	мешки	1,25...1,33
Сахар-сырец	мешки	1,13...1,40
Свинец	слитки	0,28...0,34
Свинцовая руда	мешки	0,30...0,70
Сельдь соленая	бочки	1,27
Соль поваренная	мешки	1,08...1,13
Стекло листовое оконное	ящики	1,27...1,42
Стекло листовое витринное	ящики	1,42...1,56
Сыр	бочки	1,95
Сыр	ящики	2,00
Табак листовой	тюки	2,72...4,81
Табачные изделия	ящики	5,50...5,70
Ткани хлопчатобумажные	кипы	2,55
Трубы большого диаметра	без упаковки	0,45...1,40
Трубы малого диаметра	без упаковки	0,30...0,33
Фанера	пачки	1,45...1,72
Фибра	пачки	1,00...1,10
Фрукты сушеные	ящики	1,30...1,42
Фосфатные удобрения	мешки	1,36...1,42
Хлопок	кипы	2,00...2,55
Целлюлоза сухая	кипы	1,56...2,12

6) рассчитать остойчивость на момент отхода судна из порта погрузки и на приход его в порт выгрузки, построить диаграмму статической остойчивости судна.

Грузовой план обычно выполняют в виде схематического разреза по диаметральной плоскости — для сухогрузных судов и по горизонтальной плоскости — для танкеров. Такие планы называют одноплоскостными. При особо сложных композициях грузов на сухогрузных судах и рефрижераторах иногда показывают расположение грузов и на горизонтальных разрезах. Такие грузовые планы могут иметь две или более схемы и называются многоплоскостными.



6. РАСЧЕТ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ И ГРУЗОВМЕСТИМОСТИ НА ПРЕДСТОЯЩИЙ РЕЙС

Международная Конвенция о грузовой марке 1966 года и правила классификационных обществ устанавливают для транспортных судов минимальную безопасную высоту надводного борта в зависимости от района плавания, времени года и типа судна. Запрещается выход судов в море с высотой надводного борта меньше допустимой в данном районе Мирового океана в конкретное время года.

Исходя из вышеизложенного расчет грузоподъемности судна на рейс необходимо начать с установления лимитирующей грузовой марки в районе плавания. В то же время необходимо учесть, что если судно будет погружено в порту Барселона по летнюю грузовую марку и выйдет в рейс назначением на порт Брест (Франция) 28 октября и прибудет в порт назначения после 1 ноября с затопленной зимней грузовой маркой, то это чревато крупными штрафными санкциями, вплоть до задержания судна портовыми властями, поскольку в порту назначения, севернее мыса Ториньяна (северо-западная оконечность Пиренейского полуострова) с 1 ноября будет действовать зимняя грузовая марка.

Следовательно, для расчета грузоподъемности судна необходимо определить лимитирующую грузовую марку и соответствующие ей минимальный надводный борт и дедвейт судна. При этом, в порту погрузки следует выбрать, пользуясь грузовой шкалой судна, такое водоизмещение или дедвейт, которое обеспечило бы (с учетом расхода переменных запасов) постоянное соответствие действующей в данный конкретный момент рейса грузовой марки району плавания. Другими словами, чтобы ни на каком участке перехода судна действующая на нем грузовая марка не должна быть притопленной. Полученное значение водоизмещения или дедвейта будет являться исходным для расчета чистой грузоподъемности судна на предстоящий рейс:

$$\Delta\omega_{\text{lim}} = \Delta\omega_{\text{lim}} + \sum P - P_3, \quad (6.1)$$

где $\Delta\omega_{\text{lim}}$ — полная грузоподъемность судна по лимитирующую грузовую марку;

P_3 — масса запасов топлива, воды, масла снабжения, экипажа и провизии, находящаяся на судне на момент отхода судна из порта погрузки;

$\sum P$ — количество запасов, которое должно быть израсходовано к моменту прихода судна в пункт смены грузовой марки.

Продолжение таблицы Д.1

рожь	мешки	1,40...1,56
соя	мешки	1,70
фасоль	мешки	1,90
чечевица	мешки	1,40...1,45
ячмень	мешки	1,70...1,76
Известь	бочки	1,30...2,00
Икра	бочки	2,00...2,90
Кабель	барабаны	2,06...2,46
Кальцинированная сода	мешки	1,50...1,70
Картон	пачки	2,26...2,41
Картофель	мешки	2,01...2,21
Картофель	ящики	1,81...1,90
Какао - бобы	мешки	1,92...2,26
Каучук натуральный	кипы	1,42...1,87
Каучук синтетический	мешки	1,80
Каучук синтетический	ящики	1,96
Кирпич обычный и огнеупорный	пакеты (поддоны)	0,65...0,86
Кожа	кипы	2,25...6,37
Кожа соленая	без тары	1,27
Комбижир	бочки	1,76...1,80
Консервы мясные	ящики	1,25
Консервы рыбные	ящики	1,40...1,70
Консервы фруктовые	ящики	2,50
Кофе в зернах	мешки	1,76 – 1,98
Кукурузная крупа	мешки	1,67 – 1,72
Латекс	бочки	1,36...1,84
Лимоны	ящики, картон	2,40
Масло: сливочное	бочки	1,70...2,00
сливочное	ящики	1,40
оливковое	бочки	1,70
подсолнечное	барабаны	1,67
хлопковое	бочки	1,70
Металл в изделиях	без тары	1,70...1,98
Медь	слитки	0,28
Медь	листы	0,34
Молоко сгущенное	банки в ящиках	1,27
Молоко сухое	пакеты в ящиках	1,80...2,30



**ПРИЛОЖЕНИЕ Д.
УДЕЛЬНЫЕ ПОГРУЗОЧНЫЕ ОБЪЕМЫ НЕКОТОРЫХ
ГЕНЕРАЛЬНЫХ ГРУЗОВ**

Таблица Д.1 — удельные погрузочные объемы некоторых генеральных грузов

Наименование груза	Вид упаковки	УПО, м³/т
Алебастр	мешки	1,20...1,30
Аммония сульфат	мешки	1,10...1,30
Ананасы	коробки	1,92
Апельсины	ящики, картон	2,55...2,70
Арахис нелущеный	мешки	3,4
Арахис лущеный	мешки	1,78
Бананы	ящики, картон	3,96...4,25
Бензин	бочки	2,55
Бумага газетная	рулоны	2,60...2,83
Бумага упаковочная	рулоны	1,81
Вино	бочки	1,70...2,00
Водка	бутылки в ящиках	2,26
Галантерейные изделия	ящики	2,80
Гипс	мешки	1,20...1,40
Джут	кипы	1,98...2,26
Железо прутковое	пачки	0,40
Жесть	пачки	0,43...0,51
Жиры комбинированные	бочки	1,76...1,80
Жмыхи: арахисовый	мешки	1,96
кукурузный	мешки	2,26
льняной	мешки	1,36...1,70
хлопковый	мешки	1,81...2,12
Зерно и бобы: бобы	мешки	1,54...1,70
горох	мешки	1,40...1,65
греча	мешки	1,84
кукуруза	мешки	1,42...1,70
овес	мешки	2,10
просо	мешки	1,36...1,47
пшеница	мешки	1,27...1,50
рис	мешки	1,22...1,44

Далее, по приведенным ниже формулам, определяют величину судовых запасов на предстоящий рейс:

$$\left. \begin{aligned} p_t &= q_x t \cdot t_x + q_{ct} t \cdot t_{ct}, \\ p_v &= q_x v \cdot t_x + q_{ct} v \cdot t_{ct}, \end{aligned} \right\} \quad (6.2)$$

где: $q_x t$, $q_x v$ — суточный расход топлива и воды на ходу, т/сут;
 $q_{ct} t$, $q_{ct} v$ — суточный расход топлива и воды на стоянке судна, т/сут;

t_x , t_{ct} — ходовое и стояночное время, сут.

Стояночное время судна в данном рейсе определяется по формуле:

$$t_{ct} = P/M_{cc} + t_{всп} + P/M'_{cc} + t'_{всп}, \quad (6.3)$$

а ходовое время определяют по формуле:

$$t_x = L_n/24V_{cp} - t_{зп}, \quad (6.4)$$

где: P — количество принятого на судно груза;

M_{cc} , M'_{cc} — суточная норма грузовых работ в порту погрузки и выгрузки соответственно, т/сут;

$t_{всп}$, $t'_{всп}$ — время затраченное на вспомогательные операции (крепление — раскрепление груза, портовые формальности и т.п.) в порту погрузки и выгрузки соответственно, сут;

L_n — расстояние перехода, м;

V_{cp} — средняя скорость судна, уз;

$t_{зп}$ — время задержек судна в пути, сут.

При определении необходимого на предстоящий рейс запаса топлива обычно учитывают коэффициент штормового запаса, величину которого определяют исходя из сезона, района плавания судна, времени перехода, а также из экономической целесообразности.

Единой методики определения величины штормового запаса (Кшт) нет, но обычно он не превышает 20 % расчетного количества топлива, необходимого на предстоящий рейс.

В нашем случае примем коэффициент штормового запаса исходя из следующего:

а) летом. Для всех районов, за исключением указанных отдельно 3...5%. Атлантика к северу от 30° сев. широты — 10%. Бен-



гальский залив — 15%. Аравийское море — 30% (в период юго-западных муссонов).

б) зимой. Балтийское и Японское моря — 20%. Черное море — 10%. Средиземное (севернее 40° N) — 20%. Атлантический океан: к югу от 30° N — 5%; 30°N...40°N — 30%; 40°N...50°N — 35%; 50°N и выше до 40%;

в) Тихий океан: к югу от 15° N — 15%; 15°N...30°N — 10%; к северу от 30°N — 35%.

Летний и зимний сезоны определяют согласно правил Международной Конвенции о грузовой марке 1966 года (см. Карта зон и сезонных районов в приложении к данной Конвенции).

Для дизельного топлива, если главный двигатель (ГД) должен работать на маневрах на дизельном топливе и оно применяется также для работы вспомогательных дизель-генераторов (ВДГ), на судне должен быть запас дизельного топлива, исходя из требований Правил технической эксплуатации судовых дизелей, позволяющий обеспечить работу ГД в течение 2 суток, а также для маневров ГД и для ВДГ на весь предстоящий рейс.

Штормовой запас смазочных масел для теплоходов обычно принимается в количестве 4...6 % от общего количества топлива.

Таким образом, общее количество топлива, необходимого на предстоящий переход определяется по формуле:

$$p_t = q_x t \cdot t_x \cdot (1 + K_{шт}), \quad (6.5)$$

Например, при $K_{шт} = 5\%$: $p_t = 9,5 \text{ т/сут} \cdot 6,75 \text{ сут} \cdot (1 + 0,05) = 67,3 \text{ т}$;

При пересечении нескольких климатических зон коэффициент штормового запаса рассчитывается по формуле:

$$K_{шт} = \sum K_i L_i / \sum L_i, \quad (6.6)$$

где: K_i — коэффициент штормового запаса для отдельных зон;

L_i — протяженность перехода в этих зонах.

Далее определяем количество груза, которое можно принять к перевозке на данный рейс и которое рассчитывается по формуле:

$$\Delta \omega = \Delta \omega - (p_t + p_v + p_{снаб} + p_{эк} + p_{пр}), \quad (6.7)$$

где: p_t — вес горюче-смазочных материалов, необходимых на предстоящий рейс, т;

LUBR.OIL: M.E. circulation lub.	15,0 CUB.M.
M.E.Cylinder oil	3,8 CUB.M.
Ax. circulation lubrication	1,0(tins) CUB.M.
Hydraulic cargo gear	— CUB.M.
Turbochargers oil	— CUB.M.
Sterling gear	1,0(+tins) CUB.M.
FRESH WATER (DRINKING)	10,0 CUB.M.
FRESH WATER (WASHING)	70,0 CUB.M.

DAYLY CONSUMPTION UNDER WAY PORT/ANCHORAGE:

FUEL OIL	—	—
GASOIL	4,2	1,0.
LUBR.OIL M.E. Cir. Lub.	0,09	—
M.E.Cyl. oil	0,08	—
Ax. Circ. Lub.	0,03	0,01.
FRESH WATER	3,0	2,5.



ПРИЛОЖЕНИЕ Г
SHIP'S PARTICULARS (VESSEL NO 2)

TYPE OF VESSEL	GENERAL CARGO.
MAIN ENGINE	DIESEL SKODA 627,5 A2L 2x515 kW.
MAX CREW	20 PERSONES.
GRT	2457.
NRT	1010.
DWT	3261 MT.
DWCC	3000 MT.
LOA	113.80 M.
LBP	110.00 M.
BREADTH	13.00 M.
SUMMER DRAFT	3.63 M.
MOULDED DEPTH	5.50 M.
FREE BOARD (SUMMER)	1860 MM.
SPEED IN CARGO/IN BALLAST	9,0/10,0 KNOTS.

HOLDS/HATCH DIMENSIONS:

GRAIN/BALE CAPACITY M.CUB/M.TONS

NO1 — 24.90 X 16 X 9	— 17.90 X 9.75	1102/1102/979.
NO2 — 38.50 X 19 X 8,5	— 30.30 X 9.75	1211/1211/1227.
NO3 — 24.50 X 15 X 8,5	— 18.40 X 9.75	1211/1211/1227.
NO4 — 20,30 X 9,52 X 5,80		1178/1178/1188.
TOTAL M.CUB:		4702/4702.

SHAPE OF HOLDS: B/C WITH TOP AND BOTTOM SIDE TANKS

DECK CARGO SWINGING DERRICKS — NIL.

HATCHCOVERS: MAC GREGOR HATCH COVERS.

LOADING DES. TANKTOP 5,5 t/sq.m.

MAINDECK — t/sq.m.

PONTOON 1,75 t/sq.m.

GARBAGE COLLECTION FACILITIES 0,8 CUB.M.

SEWAGE COLLECTION TANK 9,0 CUB. M.

OILY BILGE WATER TANK 15 CUB.M.

SLUDGE TANK NIL CUB.M.

SCAVENGE DRAIN TANK 0,2 CUB.M.

BALLAST 3638,2 CUB.M.(use 1874,2).

FUEL OIL IFO (IFO-100) — CUB.M.

DIESEL OIL MGO 108,0 CUB.M.

рв — вес запасов воды на предстоящий рейс, т;
рснаб — вес судового снабжения, имеемого на борту, т;
рэк — вес экипажа с багажом, т. Принимаем из расчета 150 кг/чел);

рпр — вес продовольствия на предстоящий рейс (принимается из расчета 3 кг/сут на человека) т;

$\Delta\omega$ — дедвейт судна на предстоящий рейс по соответствующую грузовую марку, т.

Или расчет можно произвести по формуле 6.1.

Для определения количества конкретного груза, которое можно перевезти в данном рейсе, необходимо знать чистую грузоподъемность судна (W), удельную грузоподъемность (ω) и удельный погрузочный объем предложенного груза (μ).

Удельный погрузочный объем (УПО) — это количество кубических метров объема, которое занимает 1 т груза. Если $\mu < \omega$ груз называют тяжелым, а если $\mu > \omega$ — легким.

Удельная грузоподъемность судна ($\text{м}^3/\text{т}$), или грузоподъемность судна, приходящаяся на одну тонну его чистой грузоподъемности рассчитывается по формуле:

$$\omega = W/\Delta\text{ч}, \quad (6.8)$$

где: W — грузоподъемность судна (м^3), т.е. объем всех грузовых помещений судна, предназначенных для перевозки груза. Различают следующие виды грузоподъемности:

- киповую — грузоподъемность при перевозке штучных грузов
- зерновую — перевозке навалочного груза.

Исходя из вышеизложенного, максимальное количество груза, которое можно погрузить в трюма судна, зная его грузоподъемность и УПО можно определить по формуле:

$$\sum P = W/\mu \text{ (т)}. \quad (6.9)$$



7. РАСЧЕТ ДОПУСТИМОГО КОЛИЧЕСТВА ГРУЗА К ПОГРУЗКЕ НА СУДНО ДЛЯ ГРУЗА В ТАРЕ

Габаритный объём места (V_m) — произведение максимальных геометрических размеров с учётом выступающих частей:

$$V_m = l \cdot b \cdot h, \quad (7.1)$$

где l , b , h — длина, ширина и высота места, м.

Удельный объём места (um) — отношение суммы объёмов грузовых мест к массе брутто этих грузовых мест, м куб./т:

$$um = \text{сумма } V_m / \text{сумма } g. \quad (7.2)$$

Фактический объём места, которое занимает груз, можно определить через **коэффициент формы**:

$$V_{\phi} = K_{\phi} V_{\phi}. \quad (7.3)$$

Данный коэффициент для цилиндрического груза равен 0,785; для кипового и мешкового груза 0,88...0,98.

Для бочкового груза, если клёпка имеет вид дуги окружности:

$$K_{\phi} = 0,2618 (2 + (d/D)^2). \quad (7.4)$$

Если клёпка имеет вид параболы:

$$K_{\phi} = 0,5236 (8 + 4(d/D) + 3(d/D)^2), \quad (7.5)$$

где d и D — соответственно малый и большой диаметры бочки.

При укладке в штабель объём груза (V) будет превышать сумму объёмов мест (сумма V_m), поскольку между отдельными местами остаются свободные пространства. Для учёта этого приращения объёма вводят **коэффициент укладки**:

$$K_{ук} = V / (\sum V_m). \quad (7.6)$$

Коэффициент укладки зависит от формы и размера мест, плотности груза и способа укладки. Для ящичного и кипового грузов $K_{ук} = 1,1 \dots 1,3$.

FUEL OIL IFO (IFO-100)	663,4 CUB.M.
DIESEL OIL MGO	196,0 CUB.M.
LUBR.OIL: M.E. circulation lub.	14,0 CUB.M.
M.E.Cylinder oil	2,0 CUB.M.
Ax. circulation lubrication	8,0 CUB.M.
Hydraulic cargo gear	0,5(+tins) CUB.M.
Turbochargers oil	(+tins) CUB.M.
Sterling gear	1,0(+tins) CUB.M.
FRESH WATER	230,0 CUB.M.

DAYLY CONSUMPTION UNDER WAY PORT/ANCHORAGE:

FUEL OIL	6,0	(if boil. +0,6).
GASOIL	2,5(2 AE)	1,2.
LUBR.OIL M.E. Cir. Lub.	0,12	—
M.E.Cyl. oil	0,1	—
Ax. Circ. Lub.	0,04	0,02.
FRESH WATER	4,5	4,0.



ПРИЛОЖЕНИЕ В.
SHIP'S PARTICULARS (VESSEL NO 1)

TYPE OF VESSEL	GENERAL CARGO.
MAIN ENGINE	DIESEL ITO M558. HUS-MER, 4926 Kw.
MAX CREW	25 PERSONES.
GRT	6941.
NRT	3601.
DWT	12062 MT.
DWCC	11680 MT.
LOA	128.77 M.
LBP	120.00 M.
BREADTH	19.80 M.
SUMMER DRAFT	8.214 M.
MOULDED DEPTH	10.50 M.
FREE BOARD (SUMMER)	2286 MM.
SPEED IN CARGO/IN BALLAST	10,0/11,0 KNOTS.

HOLDS/HATCH DIMENSIONS:

GRAIN/BALE CAPACITY M.CUB/M.TONS

NO1 — 24.90 X 16 X 9 — 17.90 X 9.75	3854/3744/3172.
NO2 — 38.50 X 19 X 8,5 — 30.30 X 9.75	6331/6224/5205.
NO3 — 24.50 X 15 X 8,5 — 18.40 X 9.75	3950/3873/3303.
TOTAL M.CUB:	14134/13842.

SHAPE OF HOLDS: B/C WITH TOP AND BOTTOM SIDE TANKS
DECK CARGO SWINGING DERRICKS: 4 X 10 MT.

HATCHCOVERS:	PONTOON TYPE.
LOADING DES.	TANKTOP 8,5 t/sq.m.
	MAINDECK 2,5 t/sq.m.
	PONTOON 2,3 t/sq.m.

GARBAGE COLLECTION FACILITIES	0,8 CUB.M.
SEWAGE COLLECTION TANK	8,0 CUB. M.
OILY BILGE WATER TANK	81,9 CUB.M.
SLUDGE TANK	10,3 CUB.M.
L.O. SLUDGE TANK	0,2 CUB.M.
F.O. SLUDGE TANK	0,3 CUB.M.
TOTAL VOLUME	11,0 CUB.M.
SCAVENGE DRAIN TANK	0,2 CUB.M.
BALLAST	3638,2 CUB.M.(use 1874,2).

Для канатно-бочкового груза и груза прямоугольной формы Кук можно выразить через произведение линейных коэффициентов укладки:

$$K_{ук} = K_i K_q K_g. \quad (7.7)$$

Линейный коэффициент укладки зависит от отношения размеров места l, b, h к соответствующему линейному размеру свободных пространств I, q, g:

$$\left. \begin{aligned} K_i &= L/\sum l = 1 + i/l; \\ K_q &= B/\sum b = 1 + q/b; \\ K_g &= H/\sum h = 1 + g/h; \end{aligned} \right\} \quad (7.8)$$

где L, B, H — соответственно длина, ширина и высота штабеля, м.

Коэффициент укладки Кук с достаточной для практических целей точностью может быть вычислен по формуле:

$$K_{ук} = 1 + i/l + q/b + g/h. \quad (7.9)$$

При погрузке в трюм судна мелкоштучного груза на поддонах его удельный объем будет в 1,4...1,6 раза больше, чем при обычной укладке.

Удельный погрузочный объем (μ — м³/т) — объем, который занимает 1 т груза в трюме судна можно определить по формуле:

$$\mu = W/P; \quad (7.10)$$

где W — грузопместимость трюма, куб.м;

P — масса груза, т.

Удельный погрузочный объем зависит от объема самого груза, пустот между отдельными грузовыми местами, а также между грузом и судовым набором.

Коэффициент трюмной укладки ($K_{тр}$) — отношение грузопместимости трюма к сумме объемов грузовых мест, погруженных в трюм:

$$K_{тр} = W/\sum V_m. \quad (7.11)$$

Коэффициент трюмной укладки зависит от кратности размеров грузовых помещений и грузовых мест, лекальности грузовых помеще-



ний, плотности укладки, формы и размеров грузовых мест. Зная коэффициент трюмной укладки, можно определить количество мест груза (N), которое можно погрузить в данное грузовое помещение:

$$N = W/Vm. \quad (7.12)$$

Зная f_m и $K_{тр}$ можно определить погрузочный объём для данного груза и соответствующего грузового помещения

$$f = f_m \cdot K_{тр}. \quad (7.13)$$

Масса груза, которая может быть погружена в трюм грузовой емкостью W можно определить по формуле:

$$Q = W/f. \quad (7.14)$$

При всех вышеприведенных расчетах необходимо учитывать допустимую нагрузку на грузовую палубу судна.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. ЗНАЧЕНИЯ L^{23bp}

Таблица Б.1 — Значения L^{23bp}

L	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
80	23830	24520	25220	25935	26659	27394	28142	28900	29669	30450
90	31224	32048	32863	33691	34530	35381	36243	37117	38002	38901
100	39811	40732	41666	42612	43568	44538	45520	46512	47520	48538
110	49568	50611	51665	52733	53812	54904	56008	57126	58225	59396
120	60551	61718	62897	64089	65294	66511	67741	68741	70289	71509
130	72790	74088	75391	76711	78044	79391	80750	82122	83506	84904
140	86316	87741	89178	90630	92094	93573	96063	96657	98084	99616
150	101160	102719	104290	105874	107473	109084	110711	112349	114002	115667
160	117350	119042	120748	122470	124208	125954	127718	129494	131283	133088
170	134905	136738	138583	140446	142318	144208	146110	148027	149958	151901
180	153862	155834	157819	159824	161833	163870	165919	167973	170043	172132
190	174233	176347	178480	180626	182785	184957	187150	189353	191571	193803
200	196052	198313	200391	202881	205187	207595	209840	212193	214561	216940
210	219331	221744	224166	226606	229060	231531	234013	236516	239029	241557
220	244101	246661	249236	251826	254431	257052	259687	262337	265003	267682
230	270878	273092	275817	278561	281320	284092	286880	289681	292503	295339



Продолжение таблицы А.1

83	п.Туапсе — п. Булонь	22.10	Уголь навалом	Экскаваторы ЭО-5025 -6 шт	5000	4500	7/5	1
84	п. Неаполь — п.Антверпен	24.10	Пшеница навалом	Контейнеры 20-и фут. 6 шт. по 19,7 т	5500	5000	6/8	1
85	п. Одесса — п.Ливерпуль	23.10	Проволока в рулонах	Пиломате- риалы в па- кетах 95 т	4500	4000	7/8	1
86	п.Феодосия — п.Сантандер	25.10	Каолин навалом	Экскаваторы КМ-602 – 4 шт	5000	5500	6/5	1
87	п.Галац — п.Ла-Гулет	15.10	Кукуруза в мешках	Пиломате- риалы в па- кетах 40 т	900	800	5/6	2
88	п.Салоники — п.Фальмут	27.10	Пшеница навалом	Контейнеры 20-и фут. 6 шт. по 19,2 т	3500	4000	6/8	1

* Началом рейса судна считается время постановки судна под погрузку 08.00 LT указанной в задании даты.

** Норма грузовых работ только для основного груза. Время обработки палубного груза включено во вспомогательные операции.

*** Судно «1» — сухогруз дедвейтом 12062 т;

судно «2» — тип «река-море», дедвейт 3261 т.

****Если указаны населенные пункты, в которых имеются морские торговые, рыбные и (или) речные порты, то для выполнения задания выбирать морской торговый порт.

8. РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА СЕПАРАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Прокладочные и подстилочные материалы применяются для разделения (**сепарирования**) отдельных партий груза, предотвращения раздавливания груза, защиты его от попадания конденсата трюмного воздуха, предотвращения трения и самопроизвольного нагрева груза, а также для обеспечения быстрой и последовательной выгрузки. В качестве сепарационных материалов обычно используют дерево, бумагу, брезент, мешковину, синтетическую пленку и ли сетку.

Для некоторых грузов разработаны нормы расхода сепарации при перевозке их в обычных морских условиях. Эти нормы содержатся в Правилах безопасности морской перевозки генеральных грузов. Также для морских судов выработаны практические рекомендации и разработаны методики расчета необходимого количества сепарационных материалов. Вышеуказанные рекомендации охватывают основные категории генеральных грузов: ящики, мешки, кипы, бочки, металлоизделия и т.п.

Ящичный груз. В зависимости от вида груза и прочности тары могут быть рекомендованы следующие виды сепарации:

1) при погрузке консервной продукции в металлической и стеклянной таре на металлический настил палубы укладываются доски толщиной 20...25 мм, и через каждые шесть ярусов делается деревянный настил;

2) груз в картонной таре: под первый ярус также укладывают настил из досок, но первый промежуточный сплошной настил делается через три яруса, второй — на шестом ярусе, а затем через каждые шесть ярусов. Если груз перевозится на поддонах, то настил на металлической палубе не делается.

Разделение партий груза производится бумагой, синтетическими пленками или сетками. Борты и переборки завешиваются бумагой.

Мешковой и киповый груз. На палубу под каждый ряд мешков укладывают по две доски сечением 100х25 мм с промежутками между досками не более 10...15 см. Поверх досок настилается крафт-бумага.

Для исключения попадания свободной влаги, образующейся из конденсата трюмного воздуха, также для обеспечения нормального стока влаги, первый слой досок выкладывают перпендикулярно к колющим осушительной системы с интервалом порядка 15 см. При этом подстилку под первый ярус груза укладывают в два слоя: нижний —



для обеспечения нормального стока, второй — с интервалом 5...8 см, перпендикулярно первому для опоры груза. При укладке мешкового груза интервалы между досками опорного слоя должны быть не более 3 см.

Точное количество сепарации на предстоящий рейс рассчитать достаточно трудно, поскольку ее расход зависит от формы грузового помещения и типа судна, но приближенное количество может быть получено из приведенной ниже таблицы.

Таблицы 8.1 — Нормы расхода сепарационных материалов

Вид груза	Нормы расходования материалов на 1 т груза.			
	Лес, м³	Бумага, кг	Крафт- бумага, кг	Брезент, м²
Мешковые	0,102	0,129	0,153	—
Ящичные	0,041	0,00158	0,043	—
Бочковые	0,0178	—	—	—
Киповые	0,066	0,092	0,058	0,5

При этом следует учитывать, что эти нормы могут оказаться недостаточными, поскольку может потребоваться крепление груза, заполнение пустот между грузовыми местами или устройство вентиляционных колодцев (воздуховодов) внутри штабеля груза.

При перевозке грузов, которые требуют усиленной вентиляции (какао-бобы, кофе в зернах и пр.), устраивают искусственные воздуховоды из досок. Объем пиломатериалов, необходимых для их изготовления, в среднем равен 0,003...0,005 объема грузового помещения. Для более точного расчета составляют план размещения груза в помещении и определяют необходимое количество воздуховодов в продольном и поперечном сечении каждого трюма.

Для заполнения пустот, которые образуются при укладке груза, особенно в имеющих большую кривизну борта трюмах, используется крепежный материал. Его объем зависит от вида груза и размеров грузового места и определяется каждый раз в процессе составления грузового плана. Объем крепежного материала можно принять равным 0,15...0,25 от объема пустот.

Продолжение таблицы А.1

76	п.Искендерун — п.Сус	14.10	Цемент в мешках	Кирпич обыкновен- ный в пак- етах 40 т	1200	1100	6/7	2
77	п.Дамьетта — п.Байона	19.11	Кварц белый навалом	Контейнеры 20-и фут. 6 шт. по 19,5 т	3000	3500	8/6	1
78	п.Херсон — п.Триест	22.09	Кальцинирован- ная сода в мешках	Автопогрузчики 4000М -4 шт	900	1000	6/5	2
79	п.Бари — п.Корк	26.10	Пшеница навалом	Контейнеры 20-и фут. 6 шт. по 17,5 т	6000	5500	7/5	1
80	п.Нуэвитас — п.Руан	28.10	Сахар-сырец навалом	Контейнеры 20-и фут. 6 шт. по 19,9 т	4000	5000	8/6	1
81	п. Копер — п. Кадис	03.10	Проволока в рулонах	Пиломате- риалы в па- кетах 45 т	1500	1400	7/5	2
82	п. Бердянск — п. Арзев (Алжир)	29.09 1,26 — 1,41	Рожь навалом	Тракторы МТЗ-1221 5 шт	2000	1200	5/6	2



Продолжение таблицы А.1

69	п.Южный — п.Сент-Назер	03.11	Уголь навалом	Топлива- правилки ТЗ-16 4 шт.	5500	5000	7/5	1
70	п.Сфакс — п.Леншойш	30.09	Фосфатн. удобрений в мешках	Автобусы "Hyundai H-1" 6 шт.	900	1100	7/6	2
71	п.Мариэль — п.Мурманск	27.10	Сахар-сырец в мешках	Контейнеры 20-и фут. 6 шт. по 17,8 т	1300	1500	8/5	1
72	п.Бердянск — п.Тунис	15.10	Мука пшеничная в мешках	Тракторы ВТ-150Д - 3 шт.	1000	900	5/7	2
73	п.Конакри — п.Амстердам	24.10	Глинозем навалом	Пиломатериалы в пакетах 98 т	3500	4000	8/6	1
74	п.Сет — п.Нарвик	04.11	Пшеница навалом	Контейнеры 20-и фут. 6 шт. по 19,2 т	5000	4500	6/8	1
75	п.Выборг — п.Остенде	12.10	Стекло листовое оконное в ящиках	Экскаваторы ЭО-2121 - 4 шт.	1100	1000	5/6	2

Для расчета количества необходимого сепарационного материала в трюмах используют следующие эмпирические формулы:

$$П = Кл \cdot \underline{Q};$$

$$qp = Кп \cdot \underline{Q};$$

$$qt = Кт \cdot \underline{Q};$$

$$qг = Кг \cdot \underline{Q};$$

где П — объем крепежного леса, м³;

Кл, Кп, Кт, Кг — норма расхода, соответственно, лесоматериалов, проволоки, троса, гвоздей (см. таблицу 8.2);

qp, qt, qг — количество проволоки, троса, гвоздей, требуемых для данной партии груза. При этом, Кл принимается по опытным данным;

$\underline{Q}$ — масса партии груза.

Таблица 8.2 — Зависимость количества сепарационного материала от вида груза

Наименование груза	Кл, м ³ /т	Кп, кг/т	Кт, кг/т	Кг, кг/т
Оборудование разное	0,01	1,0	1,56	0,015
Металлы	0,005	—	—	0,010
Металлоконструкции	0,015	1,5	1,56	0,05
Зерно	0,02	—	—	0,02
Прочие грузы	0,005	—	—	—

При укладке грузов в бочковой или ящичной таре необходима подкладка под оба конца грузового места. Длину подкладок в погонных метрах можно рассчитать по следующей формуле:

$$Lб = 2 \cdot N \cdot D \cdot К\beta \cdot Кз;$$

где: Lб — длина всех брусьев, м;

N — число грузовых мест;

D — поперечный разрез одного места;

К β — коэффициент укладки данного груза по ширине;

Кз — коэффициент запаса, зависящий от длины брусков и величины перекрытия брусков.



Объем общего количества брусков рассчитывается по формуле:

$$V_6 = L_6 \cdot b \cdot h;$$

где: b — ширина бруска, м;

h — ширина бруска, м.

Количество мешков, матов, брезентов и т.п., необходимое для изоляции поверхности бортов, переборок, палуб и т.п. определяют по формуле:

$$N = \frac{F \cdot n}{(l + p) \cdot (b + p)}$$

где: F — площадь поверхности, которую необходимо закрыть, m^2 ;

l и b — длина и ширина матов или брезента, м;

p — величина перекрытия каждой штуки по длине и ширине, м;

n — число слоев.

Если необходимо сделать сплошное перекрытие трюма досками количество пиломатериалов (объем в m^3) определяют методом подсчета площади перекрытия и вычисляют по следующей формуле:

$$\Pi = K_{\Pi} \cdot F;$$

где: K_{Π} — норма расхода леса на v m^3 на $1 m^2$ (см. таблицу 8.3);

F — площадь перекрытия, m^2 .

Таблица 8.3 — Нормы расхода леса

Толщина доски, мм	50	65	75
K_{Π} , m^3/m^2	0,062	0,077	0,087

Продолжение таблицы А.1

62	п.Николаев — п. Гавр	03.11	Сода навалом	ТЗ 16 (топли- возаправщик) 4 шт	3000	3500	7/8	1
63	п.Мумбай — п.Пирей	07.10 1,12 — 1,42	Рис навалом	6 20-и фут. контейн. по 19,7 т	4500	4000	9/6	1
64	п.Новороссийск — п. Триполи	08.10	Цемент в мешках	Тракторы Д- 75БМ -4 шт	1000	900	5/6	2
65	п. Карачи — п.Барселона	11.10	Рис в мешках	6 20-и фут. кон- тейн. по 19,1 т	1700	2000	7/6	1
66	п.Керчь — п.Шербур	22.12	Уголь «ОС»	Заправщики ТЗ-151-П 6 шт	3000	3500	6/7	1
67	п.Николаев — п.Тартус	20.10	Сахар-песок в мешках	Автомобили УАЗ-3909 7 шт	1000	800	5/7	2
68	п.Мариуполь — п.Гульль	01.11	Пшеница навалом	КРАЗ – 214 8 шт	4500	5000	8/6	1



Продолжение таблицы А.1

55	п. Измит — п. Влера	22.10	Алебастр в мешках	Кирпич обычный 40 т	800	650	5/7	2
56	п. Руан — п. Агадир	28.10	Пшеница навалом	6 20-и фут. контейн. по 18,7 т	7000	3000	6/8	1
57	п. Габес — п. Антверпен	24.11	Суперфосфат в мешках	Топливо-правильки ТЗ-16 4 шт	1200	1100	6/5	1
58	п. Севастополь — п. Бремен	12.11	Чугун в чушках	Тракторы ХТА – 220 10 шт	3000	3500	6/7	1
59	п. Рени — п. Аннаба	19.10	Фосфатные удобрения в мешках	Автомобили УАЗ-3163 8 шт	1000	800	6/8	2
60	п. Ильичевск — п. Сантандер	14.11	Просо навалом	“Hyundai R140LC – 7” 6 шт	5500	4500	7/6	1
61	п. Констанца — п. Танжер	16.10	Мука ржаная в мешках	Пиломатериалы в пакетах 45 т	850	800	6/7	2

9. РАСЧЕТ ОСТОЙЧИВОСТИ И ПОСАДКИ СУДНА ПРИ СОСТАВЛЕНИИ ГРУЗОВОГО ПЛАНА.

Остойчивостью называется способность судна, выведенного из положения равновесия под воздействием внешних сил, снова возвращаться к данному положению после прекращения этого воздействия. Остойчивость — важнейшее мореходное качество судна, обеспечивающее безопасность плавания. В теории различают начальную остойчивость, т.е. остойчивость на малых углах крена, и остойчивость на больших углах крена.

Остойчивость на малых углах крена характеризуется величиной начальной метацентрической высоты судна h , остойчивость на больших углах крена — зависимостью плеча остойчивости l от угла крена θ .

Графическое изображение этой зависимости называется **диаграммой статической остойчивости** (см. рисунок 9.1).

В соответствии с требованиями классификационных обществ на каждое судно должна быть выдана **Информация капитану об остойчивости судна**. Данная Информация должна содержать следующие сведения:

- 1) данные об остойчивости судна для типовых, заранее рассчитанных параметров загрузки;
- 2) указания относительно эксплуатационных ограничений, необходимые для принятия мер против опрокидывания судна;
- 3) вспомогательные графики, таблицы и другие материалы для расчетов остойчивости и посадки судна при нетиповых вариантах загрузки;
- 4) рекомендации по принятию мер для улучшения остойчивости судна.

Информацию выдает завод-строитель на основании опытного кренования судна.

В новой Информации об остойчивости расчет типовых, как и конкретных случаев нагрузки выполняется в виде таблиц, в которых для рассматриваемого случая загрузки судна приведены веса, координаты центров тяжести по высоте и длине и их моменты относительно основной плоскости и миделя для всех переменных весов, входящих в дедейт — груз, запасы жидких грузов, балласт. Вес экипажа, провизии, снабжения, расходных материалов в таблицу обычно не включается, однако, для более точного расчета параметров остойчивости и посадки судна, в некоторых случаях учитывают и их. В результате суммирования весов и моментов получают так называемый «условный



дедвейт» $\Delta^{\circ}W$, его моменты $M^{\circ}z$ и $M^{\circ}x$, координаты центра тяжести судна z_g и x_g . Эти величины служат исходными параметрами для определения посадки судна, характеристик его остойчивости и общей прочности корпуса.

На этом же бланке помещают схему продольного сечения корпуса судна с условным обозначением загрузки трюмов и отсеков, а также строят диаграмму статической остойчивости.

Информация о типовых случаях загрузки позволяет оценить остойчивость судна в случаях нагрузки его, близкой к расчетным вариантам, указанным в Информации. За критерий такой сравнительной оценки следует принимать, прежде всего, возвышение центра тяжести над основной плоскостью. Если дедвейт судна равен или несколько меньше дедвейта одного из расчетных вариантов, приведенных в Информации, а центр его тяжести намного ниже, то это, как правило, гарантирует выполнение требований к остойчивости. Исключением могут быть только случаи, когда принято большое количество жидких грузов и появляется значительное влияние на остойчивость свободных поверхностей.

Таким образом, для самостоятельного расчета остойчивости судна необходимо на расчетном бланке, аналогичном по форме бланку типового случая загрузки судна, заполнить таблицу весов, координат центров тяжести и моментов принятых на судно грузов и запасов. Водоизмещение порожнем и координаты его центра тяжести остаются неизменными при любых случаях, поэтому эти данные берутся из типовых случаев расчетов (см. таблицу 9.1).

Первоначально расчет производится без учета балластировки судна жидким балластом. Для определения центров тяжести погруженных или снятых с борта судна грузов используют масштабную схему продольного разреза судна. Для танков, предназначенных для размещения жидких грузов (топливо тяжелое и легкое, смазочные масла, вода) в Информации указаны их объемы и координаты центра тяжести по длине и высоте при полном их заполнении. Для грузовых трюмов, которые могут быть заполнены не полностью и неоднородным грузом, координаты центра тяжести определяют по построенным для каждого трюма шкалам заполненного объема трюма или по специальным таблицам заполнения трюмов и возвышения центра тяжести в зависимости от уровня заполнения.

Координаты центров тяжести палубного груза, если таковой имеется, также определяют по масштабной схеме продольного разреза судна.

Продолжение таблицы А.1

48	п. Севастополь — п. Бремен	26.10	Ячмень навалом	Экскаваторы ЭО-5015 6 шт	6500	5000	8/5	1
49	п. Конакри — п. Днепро- Бугский	22.11	Глинозем	6 20-и фут. контейн. по 19,3 т	3500	5500	7/6	1
50	п. Сет — п. Ларнака	27.11	Фосфатные удоб- рения в мешках	Пиломатериалы в пакетах 45 т	900	700	6/7	2
51	п. Валенсия — п. Дамьетта	22.10	Соль поваренная в мешках	Автопогрузчики 4000М-4 шт	950	650	5/7	2
52	п. Килия — п. Касабланка	17.10	Сахар в мешках	Буровые станки УКС-22 – 3 шт.	800	750	6/7	2
53	п. Сальвадор (Браз.) — п. Лиссабон	24.10	Соя навалом	Пиломатериалы в пакетах 95 т	3000	3500	7/7	1
54	п. Марсель — п. Нарвик	27.10	Пшеница навалом	6 20-и фут. контейн. по 19,5 т	5500	5000	6/7	1



Продолжение таблицы А.1

41	п.Белгород-Днестровский — п.Александрия	21.11	Пшеница навалом	Пиломатериалы в пакетах 35 т	1500	1200	4/5	2
42	п.Феодосия — п.Бордо	27.12	Белая глина (каолин)	Авто-скрепер Д-357 6 шт	4000	4500	6/7	1
43	п.Монфальконе — п.Саутгемптон	25.11	Ячмень навалом	Пиломатериалы в пакетах 90 т	4500	4000	7/5	1
44	п.Форталеза — п.Валенсия	26.11	Соя навалом	6 20-и фут. контейн. По 18,9 т	3500	4000	6/5	1
45	п.Рени — п.Скикда	28.10	Сахар в мешках	Тракторы МТЗ-1221 4 шт	1000	800	5/7	2
46	п.Керчь — п.Сус	21.10	Консервы рыбные в ящиках	Буровые станки УКС-22 – 3 шт	800	750	4/7	2
47	п. Сулина — п. Тунис	22.10	Кукуруза в мешках	Пиломатериалы в пакетах 40 т	750	700	5/6	2

Следует учитывать, что не рекомендуется допускать образования больших свободных поверхностей в танках, предназначенных для приема жидких грузов (запасов) и, если влияния свободных поверхностей все же не удастся избежать, то следует постараться размесить жидкие грузы так, чтобы количество танков (цистерн) со свободными поверхностями было минимальным, а для улучшения остойчивости следует принимать балласт.

Таблица 9.1 — Типовые случаи расчетов

№	Статьи нагрузки	P	Z	X	Mz	Mx	мсв
	Груз (cargo)						
	Трюм № 1						
	Трюм № 2						
	Трюм № 3						
	Тяж. топливо (IFO)						
	Танк № 3						
	Танк № 5						
	Легк. топливо (MGO)						
	Танк №						
	Танк №						
	Смаз. масла (LO)						
	Танк №						
	Танк №						
	Пресная вода (FW)						
	Ахтерпик						
	Экипаж с багажом						
	Судно порожнем						
	Σ	D	zg	xg	Mz	Mx	

где: $zg = Mz / D$;

$xg = Mx / D$;

Проверка остойчивости судна, в основном, производится по рассчитанным величинам zg и h , однако в ряде случаев бывает необходимо проверить остойчивость судна по всем критериям, установленным требованиями Международной конвенции СОЛАС 74, Резолюции ИМО А.749 (18) от июня 1999 г. и классификационного общества, под надзором которого находится судно.

Посадку и начальную остойчивость судна можно рассчитать несколькими методами.

1. По разности осадок, снимаемых с диаграммы осадок.



2. Расчетом, используя кривые элементов теоретического чертежа судна.

В нашем случае воспользуемся вторым методом.

Снимаем из таблицы элементов теоретического чертежа осадку судна для полученного в результате расчетов объемного водоизмещения. Например (судно 1), для $V = D/1,025 = 15250/1,025 = 14878 \text{ м}^3$. По таблице, где через интервалы в 1 см даны элементы теоретического чертежа, определяем исходные данные для последующих расчетов (судно 1):

- 1) среднюю осадку по данным таблицы d (в нашем случае = 8,233 м);
- 2) аппликату поперечного метацентра zm (в нашем случае = 8,14 м);
- 3) момент, дифференцирующий на 1 см МТС (в нашем случае = 164,35 тм/см);
- 4) абсцисса центра величины $xс$ (в нашем случае = - 1,037 м);
- 5) абсцисса ЦТ ватерлинии xf (в нашем случае = - 1,45 м).

После снятия табличных значений элементов теоретического чертежа определяем метацентрическую высоту загруженного судна:

$$h = zm - zg \quad (9.1)$$

где: h — метацентрическая высота;

zm — аппликата поперечного метацентра (выбираем из таблиц теоретических кривых судна);

zg — исправленная аппликата ЦТ судна.

Определяем дифференцирующий момент судна:

$$M_{\text{диф}} = Mx - D \cdot xс. \quad (9.2)$$

Затем рассчитываем дифферент судна:

$$\Delta t = M_{\text{диф}}/100 \cdot \text{МТС}. \quad (9.3)$$

На основании рассчитанного дифферента определяем осадки судна на носу (T_n), на корме (T_k) и на мидель-шпангоуте ($T_{ср}$):

$$T_n = d + \Delta t \cdot (0,5 - x_f/Lbp); \quad (9.4)$$

$$T_k = d - \Delta t \cdot (0,5 + x_f/Lbp); \quad (9.5)$$

Продолжение таблицы А.1

34	п.Южный — п.Дюнкерк	22.10	Кокс	Экскаваторы Hyundai R140LC-7 8 шт	4000	3500	7/6	1
35	п.Таганрог — п.Сфакс	01.10	Рис белый в мешках	Тракторы MTЗ-1221 6 шт	900	800	5/7	2
36	п.Батуми — п.Гавр	26.10	Руда марганцевая навалом	6 20-и фут. кон- тейн. по 19,3 т	4000	4500	7/6	1
37	п.Ильичевск — п.Мостагенем	18.10	Консервы мяс- ные в ящиках	Тракторы МТЗ- 82.1 6 шт	900	800	6/7	2
38	п. Южный — п. Гент	25.10	Уголь «Ж» навалом	Заправщики ТЗ-151-П 8 шт	6000	5000	6/7	1
39	п.Турку — п.Бильбао	28.10	Ильменит навалом	Пиломате- риалы в па- кетах 95 т	4500	4000	7/5	1
40	п.Карачи — п.Салоники	25.12	Белый рис в мешках	6 20-и фут. контейн. по 18,7 т	1400	1500	8/5	1



Продолжение таблицы А.1

27	п.Бургас — п.Танжер	27.10	Мука пшенич- ная в мешках.	Автомобили "Нуммер Н2" 8 шт.	1050	950	5/6	2
28	п.Керчь — п.Кальяри	29.10	Фосфатные удоб- рения в мешках	Пиломатериалы в пакетах 40 т	950	1000	6/6	2
29	п.Херсон — п.Бристоль	30.11	Кукуруза навалом	Экскаваторы ЭО 5015 6 шт	3000	2700	5/6	1
30	п. Констанца — п. Амстердам	02.12	Мочевина навалом	6 20-и футов. контейн. по 18,7 т	2500	3000	6/6	1
31	п. Сантьяго де Куба — п. С. Петербург	05.01	Сахар в мешках	6 20-и футов. конт.-цистерн. по 18,2 т	1500	2000	7/5	1
32	п. Измаил — п. Лиссабон	15.10	Ячмень в мешках	Автопогруз- чики 4000М 5 шт	1100	1200	5/6	2
33	п. Мумбай — п. Керчь	12.01	Ильменит	6 20-и футов. контейн. по 19,3 т	3500	4000	6/7	1

$$T_{cp} = (T_n + T_k)/2. \quad (9.6)$$

При этом следует помнить, что для улучшения ходовых качеств и управляемости судна дифферент должен быть либо на корму в пределах до 1,0 м, либо, что менее благоприятно, равен «0». В случае, если при расчетах после распределения нагрузок дифферент не достиг необходимых значений, следует рассмотреть вопрос балластировки судна в пределах определенного на рейс дедвейта или, если позволяет грузовместимость трюмов, перераспределения груза по трюмам.

Далее, используя данные сделанных ранее расчетов, приступаем к построению диаграмм остойчивости судна.

10. ПОСТРОЕНИЕ ДИАГРАММ СТАТИЧЕСКОЙ И ДИНАМИЧЕСКОЙ ОСТОЙЧИВОСТИ

После проведения указанных выше расчетов, определения параметров остойчивости и расчета посадки судна строят **диаграмму статической остойчивости (ДСО)**. Расчет восстанавливающих плеч l (м), производят в табличной форме с шагом в 10° , однако, для более четкого понимания параметров остойчивости судна на малых углах крена в некоторых случаях рекомендуется начинать расчет плеч с шагом в 5° , т.е. 5° , 10° , 20° и т.д. Восстанавливающие плечи обычно рассчитывают по формуле (10.1), но иногда они приведены в графической форме, называемой **универсальной диаграммой остойчивости**.

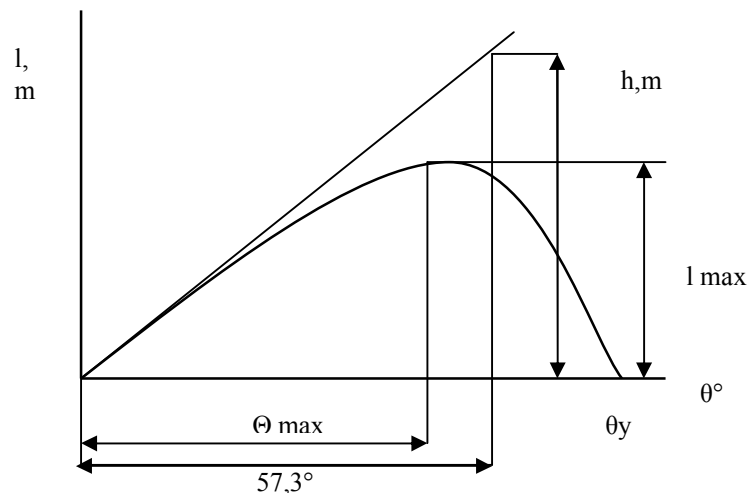


Рисунок 10.1. — Диаграмма статической остойчивости

$\Theta \max$ — угол максимума диаграммы статической остойчивости;

$\Theta у$ — угол заката диаграммы статической остойчивости;

$l \max$ — максимальное восстанавливающее плечо;

h — метацентрическая высота.

$$l = l\phi - Zg \sin \theta; \quad (10.1)$$

Продолжение таблицы А.1

20	п.Мохакеддия — п.Орхус	12.12 упо 1,31	Карбонат натрия (сода) навалом	6 20-и футов. контейнера по 18,5 т	4500	5000	6/5	1
21	п.Констанца — п. Беджайя	04.11	Мочевина в мешках	Тракторный погрузчик ПБ-39 4 шт.	1100	1000	5/6	2
22	п.Измир — п.Бильбао	01.12 упо 0,88	Доломит навалом	4 20-и футов. контейн. по 19,6 т	4500	5000	4/5	1
23	п.Севастополь — п. Нант	22.11	Рожь навалом	АП- 8,0 – 40 – 24ВР (пож.) 6 шт	6000	5000	6/7	1
24	п.Кандла — п.Марсель	25.10 упо 1,9	Семя горчи- цы навалом	Прицепы Т-151А 6 шт	3000	4200	6/5	1
25	п.Сьенфугос — п.Руан	27.11	Сахар-сырец навалом	6 20-и футов. контейн. по 16,2 т	4000	4500	6/4	1
26	п.Варна — п.Касабланка	28.10	Просо в мешках	Трактор МТЗ-82.1- 6 шт.	1100	900	4/5	2



Продолжение таблицы А.1

13	п. Сантус — п. Брест	22.11	Соя навалом	Масло хлопковое в бочках -85 т	4000	4800	7/6	1
14	п. Керчь — п. Бордо	03.12	Соль пова-рен. навалом	Экскаваторы ЭО- 5015 6 шт.	3500	4000	6/5	1
15	п. Бердянск — п. Сет	29.11	Рис в мешках	Тракторы ДП-75 4 шт.	1500	1200	5/6	2
16	п. Туапсе — п. Оран	15.11	Алебастр в мешках	“Hyundai R35- 7” 6 шт	1400	1100	6/7	2
17	п. Херсон — п. Барселона	14.11	Сахар-песок в мешках	Пиломатериалы в пакетах 40 т	1200	1500	5/6	2
18	п. Алжир — п. Сантандер	11.12	Фосфорит обож- женный навалом	6 20-и футов. контейнера по 17,8 т	3500	4000	6/5	1
19	п. Новороссийск — п. Корт	22.11 упо 1,40	Кукуруза навалом	Автокраны К-51 6 шт.	5500	4500	7/5	1

где: Z_g — возвышение ЦТ судна над килем, полученное методом расчетов, м;

l_ϕ — плечо формы, снятое с чертежа пантокарен или выбранное из таблицы, м.

Результаты вычислений занести в таблицу 10.1, после чего построить диаграмму статической остойчивости, указав на ней графически $l_{\max}$, h , $\theta_{\max}$. (см. рисунок 10.1).

Таблица 10.1 — Зависимость метацентрической высоты от угла крена

θ°	5°	10°	12°	20°	30°	40°	50°	60°	70°
l , м									

В обычных случаях для оценки остойчивости судна достаточно диаграммы статической остойчивости, однако контролирующая безопасность мореплавания органы иногда требуют построения **диаграммы динамической остойчивости (ДДО)**. Построение диаграммы динамической остойчивости проще всего сделать на основании данных диаграммы статической остойчивости (см. таблицу 10.2).

Таблица 10.2 — Зависимость метацентрической высоты от угла крена

θ°	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
$l_{ст}$	0	0,16	0,28	0,48	0,47	0,30	0,21	0,10	-0,10
Σ	0	0,16	0,60	1,36	2,31	3,08	3,59	3,90	3,90
$l_d = 0,0872 \Sigma$	0	0,01	0,05	0,12	0,20	0,27	0,31	0,34	0,34

В строку $l_{ст}$ заносятся значения плеч статической остойчивости. Стрелками между цифрами указан порядок суммирования цифр для получения каждой последующей в строке Σ . Значение плеча динамической остойчивости l_d получают путем умножения суммы на половину шага θ° , выраженного в радианах. Затем, по полученным данным строим диаграмму динамической остойчивости (см. рисунок 10.2).



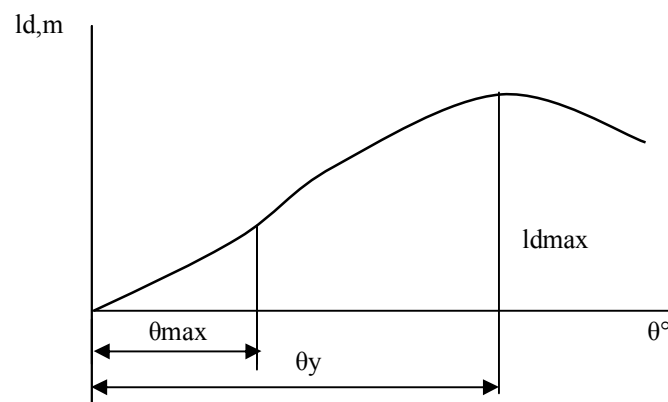


Рисунок 10.2 — Диаграмма динамической остойчивости
 $\theta_{\max}$ — угол максимума диаграммы статической остойчивости (точка перегиба);

θ_y — угол максимума диаграммы динамической остойчивости;
 $ld_{\max}$ — максимальное плечо динамической остойчивости.

После проведения вышеуказанных расчетов и построения диаграмм остойчивости необходимо произвести оценку остойчивости судна по одному из приведенных ниже критериев:

Требования Регистра судоходства Украины к ДСО

1. Максимальное плечо ДСО должно быть не менее 0,25 м для судов длиной менее или равной 80 м и не менее 0,20 м для судов длиной более или равной 105 м. Для судов длиной лежащей в интервале между указанными величинами величина плеча определяется методом интерполяции;

2. Угол заката диаграммы должен быть равным или более 60° .

3. Максимум ДСО должен быть равным или более 30° , а в случае учета обледенения — 25° .

4. Начальная метацентрическая высота судна с учетом свободной поверхности жидких грузов должна быть всегда более 0.

5. Критерий погоды (отношение кренящего момента к моменту опрокидывающему) должен быть всегда равным или более 1.

Продолжение таблицы А.1

6	п. Конакри — п. Николаев	20.11	Глинозем	6 20-и футовые контейнеры по 15,2 т	5500	7000	7/5	1
7	п. Николаев — п. Ливерпуль	02.12	Горох сушеный навалом	Пиломатериалы в пакетах 75 т	4700	6500	7/4	1
8	п. Новороссийск — п. Генуя	30.11	Клинкер	Автоскрепер Д-357 – 4 шт	5800	7500	6/5	1
9	п. Сфакс — п. Бремен	01.12	Суперфосфат навалом	4 20-и футов. Контейнера по 18,3 т	4800	6000	7/5	1
10	п. Искандерун — п. Портланд	29.11	Цемент в мешках	6 20-и футов. контейнера по 16,8 т	2700	3000	5/4	1
11	п. Одесса — п. Дюнкерк	04.12	Рожь	Пило- материалы в пакетах — 80 т	6000	5500	6/7	1
12	п. Гавана — п. Руан	24.11	Сахар-сырец навалом	4 20-и футов. Контейнеров- цистерн — 19,3 т	3000	4500	6/5	1



ПРИЛОЖЕНИЕ А **ВАРИАНТЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Таблица А.1 — Варианты курсовой работы

№	Порт погрузки — порт выгрузки	Начало рейса*	Основной груз	Палубный груз	Норма** погруз. (т/сут.)	Норма** выгр. (т/сут.)	Время на вспом. операции погр./выгр.	Судно*** (вариант)
1	п.Севастополь — п.Гавр	26.11	Пшеница навалом	Кол. Трактор К-744Р1 – 6 шт.	5000	4500	5/4	1
2	п. Ильичевск — п.Бильбао	27.11	Уголь «А»	Трактор Т-10М.0111-1 6 шт.	4500	5500	5/5	1
3	п. Мариуполь — п. Маргера	25.10	Белая глина (каолин)	Пило-материалы в пакетах 70 т	5400	6000	6/5	1
4	п. Туапсе — п. Брест	28.11	Уголь «Д»	Бульдозеры Д – 959А 6 шт.	7000	6500	5/4	1
5	п. Южный — п. Руан	24.11	Уголь «К»	Автогрейдер 144 4 шт.	8500	6500	6/5	1

Требования Кодекса остойчивости к морским судам (Резолюция ИМО А.749(18))

1. Критерий погоды должен быть равен или более 1 для судов длиной более или равной 24 м.

2. Начальная метацентрическая высота должна быть равна или более 0,15 м для грузовых и пассажирских судов и равна или более 0,35 м – для рыболовных.

3. Допустимый угол крена от ветра для грузовых судов — не более 16°, для пассажирских — не более 10°.

4. Максимум ДСО – равен или более 25°.

5. Максимальное плечо статической остойчивости при максимуме ДСО — не менее 0,20 м.

6. Плечо динамической остойчивости при угле крена более или равном 30° — не менее 0,055 м.

7. Плечо динамической остойчивости при угле крена 40° (или при угле заливания) — не менее 0,09 м.

8. Разность плеч ДДО при 40° и 30° — равна или более 0,03.

Кроме того, необходимо определить в какой зоне остойчивости находится судно.

Как известно, при малой остойчивости судно становится излишне валким, имеющим большие амплитуды качки, при этом возникает опасность опрокидывания даже при относительно небольших внешних воздействиях.

Опасность представляет и повышенная остойчивость, приводящая к резкой, стремительной качке, грозящей обрывом креплений груза, смещению груза и, в конечном итоге так же к опрокидыванию судна.

Характеристики качки зависят от величины метацентрической высоты судна.

Таблица 10.3 — Оптимальные значения метацентрических высот для различных типов судов

Тип судна	Значение метацентрической высоты, м ³
Грузопассажирские: большого тоннажа	0,3 – 1,2
среднего тоннажа	0,6 – 0,8
Сухогрузные: большого тоннажа	0,3 – 1,5
среднего тоннажа	0,3 – 1,0
Большие танкера	1,5 – 2,5



Для оптимизации параметров остойчивости судна можно пользоваться **относительной метацентрической высотой**, которая определяется как отношение метацентрической высоты к ширине судна. Для сухогрузных судов среднего тоннажа на основании натурных испытаний определены четыре зоны остойчивости:

1) А — зона валкости или недостаточной остойчивости, $h/B = 0,0...0,02$. При этих условиях при поворотах судна на полном ходу может возникнуть крен до $15^\circ...18^\circ$.

2) Б — зона оптимальной остойчивости, $h/B = 0,02...0,05$. На волне судно испытывает плавную качку, условия обитаемости и работы экипажа нормальные, поперечные инерционные силы не превышают 10% силы тяжести палубного груза.

3) В — зона повышенной остойчивости, $h/B = 0,05...0,1$. Судно испытывает резкую качку, условия обитаемости и работы экипажа дискомфортные, поперечные инерционные силы достигают 15...20% силы тяжести палубного груза;

4) Г — зона чрезмерной остойчивости или разрушения, h/B более 0,1. Поперечные инерционные силы могут достигать 50% силы тяжести палубного груза, при этом могут разрушиться крепления палубного груза, выйти из строя судовое оборудование и т.п.

Среднее значение метацентрической высоты h в зоне оптимальной остойчивости составляет около 3,5% от ширины судна.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аксютин Л.Р. Грузовой план судна / Л.Р. Аксютин. — Одесса: ЛАТСТАР, 1999. — 140 с.
2. Снопков В.И. Технология перевозок грузов морем. Учебн. для вузов. / В.И. Снопков. — СПб.: АНО НРО «Мир и Семья», 2001. — 560 с.
3. Снопков В.И. Перевозка грузов морем. Справочное пособие. / В.И. Снопков. — М.: Транспорт, 1986. — 312 с.
4. Правила безопасной морской перевозки генеральных грузов. Общие требования и положения. КНД 31.1.003 — 94. — Одесса: Юж НИИМФ, 2002. — 60 с.
5. Правила морской перевозки крупногабаритных и тяжеловесных грузов. КНД 31.1.006 — 96. — Одесса: Юж НИИМФ, 2002. — 54 с.
6. Расчет грузового плана судна. Методические указания к выполнению расчетно-графического задания по дисциплине «Морские перевозки особо режимных и опасных грузов судами для студентов специальности 6.100301 «Судовождение» дневной и заочной форм обучения. / Р.П. Буров, С.А. Подпорин. — Севастополь: Изд-во Сев-НТУ, 2006. — 24 с.
7. Справочник капитана дальнего плавания. / Под ред. Г.Г. Ермолаева — М.: Транспорт, 1988. — 248 с.
8. Иванов Ю.М. Транспортные свойства и характеристики грузов. Справочник сюрвейера. Книга 2. / Ю.М. Иванов, П.П. Погорелов. — СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 1999. — 630 с.
9. Сборник кодексов ИМО по безопасной перевозке морем. / Ответственный редактор Г.М.Овчинников, серия «Судовладельцам и капитанам». — СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 1997. — 329 с.
10. Учебная Информация по остойчивости судна № 1.
11. Учебная Информация по остойчивости судна № 2.
12. Карта зон и сезонных районов (приложение к Международной конвенции о грузовой марке 1966 года).



Также целесообразно указать осадки судна носом, на миделе и кормой, чтобы наглядно была отображена посадка судна при данной загрузке.

При составлении плана следует учитывать, что если какое — либо грузовое помещение загружено не полностью, то это следует отметить в масштабе на грузовом плане путем заштриховывания загруженного объема грузового помещения на боковом виде (см. рисунок 12.2).

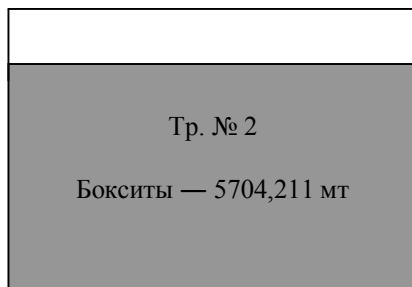


Рис. 12.2 — Загруженный объем грузового помещения

11. ПРОВЕРКА ОБЩЕЙ ПРОЧНОСТИ КОРПУСА СУДНА

Для проверки общей продольной прочности загруженного судна длиной от 150 м и менее обычно производят сравнение наибольших изгибающих моментов в районе миделя Мизг с нормативной величиной допускаемого изгибающего момента Мдоп. Приблизленно, но с достаточной для использования точностью значение изгибающего момента можно определить по следующей формуле:

$$\text{Мизг} = \text{Мо} + \text{Мгр} - \text{Мсп}; \quad (11.1)$$

где: Мизг — изгибающий момент от сил тяжести на миделе порожнего судна;

Мо — изгибающий момент от масс грузов и запасов (сил дедевейта);

Мсп — изгибающий момент на миделе от сил поддержания.

Вышеуказанные величины можно найти следующим образом:

$$\text{Мо} = k \cdot \Delta 0 \cdot \text{Lbp}; \quad (11.2)$$

где: $\Delta 0$ — водоизмещение судна порожнем, т;

Lbp — длина судна между перпендикулярами, м;

k — коэффициент, зависящий от типа судна:

- грузовые суда с машиной в средней части корпуса $k = 0,1$;
- танкеры и сухогрузные суда с машиной в корме $k = 0,126$;
- грузопассажирские суда, машина в средней части $k = 0,0975$.

$$\text{Мгр} = 1/2 \sum m_i x_i; \quad (11.3)$$

где: m_i — массы партий грузов и запасов, т;

x_i — отстояния центров тяжести партий грузов и запасов от миделя, м.

Если плоскость мидель-шпангоута делит какое-либо помещение на носовую и кормовую часть, то моменты носовых и кормовых частей грузов или запасов рассчитываются и учитываются отдельно. Знаки x_i при вычислении формулы (32) не учитываются.

$$\text{Мсп} = k_{\text{сп}} \cdot \Delta \cdot \text{Lbp}; \quad (11.4)$$

где: $k_{\text{сп}}$ — коэффициент сил поддержания;

Δ — расчетное водоизмещение судна, т.



