

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

МОРСКОЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Судовождение и безопасность судоходства»

СОСТАВЛЕНИЕ ГРУЗОВОГО ПЛАНА СУДНА

Методические указания
к курсовому проектированию по дисциплинам
«Технология перевозки грузов»
и «Технология и организация морской перевозки
грузов и пассажиров»
для студентов специальностей
26.02.03 и 26.05.05 «Судовождение»

Севастополь
СевГУ
2022

УДК 656.614.3:656.073(075.8)
ББК 39.48я73
С66

Р е ц е н з е н т :

Л.Е. Курочкин – доцент кафедры СБС СевГУ

Ответственный за выпуск:

С.А. Подпорин – заведующий кафедрой СБС СевГУ.

Составители: В.В. Захаров, С.А. Подпорин

С66 Составление грузового плана судна : методические указания к курсовому проектированию по дисциплинам «Технология перевозки грузов» и «Технология и организация морской перевозки грузов и пассажиров» для студентов специальностей 26.02.03 и 26.05.05 «Судовождение» / Севастопольский государственный университет, Морской институт, кафедра «Судовождение и безопасность судоходства» ; сост.: В.В. Захаров, С.А. Подпорин. – Севастополь : СевГУ, 2022. – 44 с. - Текст : электронный.

Целью методических указаний является оказание студентам судоводительских специальностей высшего и среднего образования, необходимой методической помощи при выполнении курсового проектирования по дисциплинам «Технология перевозки грузов» и «Технология и организация морской перевозки грузов и пассажиров».

УДК 656.614.3:656.073(075.8)
ББК 39.48я73

Рассмотрено и рекомендовано на заседании кафедры «Судовождение и безопасность судоходства» Морского института Севастопольского госуниверситета в качестве методических указаний, протокол № 1 от 31 августа 2021 г.

© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2022

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Курсовая работа – одна из эффективных форм учебной работы, призванная способствовать углублению и закреплению приобретенных знаний, привитию обучаемым навыков самостоятельной работы. Одновременно она побуждает их к исследовательской работе, способствует развитию их творческого мышления. В процессе выполнения курсовой работы обучаемым предоставляется возможность изучать теорию проблемы, применять расчеты и выводы теории на практике, собирать, систематизировать и обрабатывать фактический материал, ставить эксперименты, пользоваться справочными данными, формулировать основные выводы и рекомендации.

Целью преподавания дисциплины «Технология перевозки грузов» является подготовка судоводителей уровня эксплуатации (вахтенных помощников капитана) судов валовой вместимостью 500 р.т. и более) выполнять обязанности, связанные с судовождением в соответствии с требованиями Главы А-VIII/1 части 4-1 и Главы VIII Кодекса подготовки, дипломирования моряков и несения вахты (ПДНВ-78/95).

В ходе выполнения курсовой работы отрабатываются компетенции Кодекса ПДМНВ-78/95 :

Цель курсового проекта научиться самостоятельно решать сложную задачу рациональной загрузки судна с соблюдением требований его мореходных качеств, сохранности перевозимого груза, максимального использования грузовместимости и грузоподъемности в соответствии с условиями данного рейса.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень планируемых результатов

Код компетенции	Формулировка компетенции	Знания, умения
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам	Умения: распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; определять этапы решения задачи; выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы; составлять план действия; определять необходимые ресурсы; владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; реализовывать составленный план; оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника) Знания: актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить; основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном и/или социальном контексте; алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях; методы работы в профессиональной и смежных сферах; структуру плана для решения задач; порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности
ОК 02	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности	Умения: определять задачи для поиска информации; определять необходимые источники информации; планировать процесс поиска; структурировать получаемую информацию; выделять наиболее значимое в перечне информации; оценивать практическую значимость результатов поиска; оформлять результаты поиска Знания: номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности; приемы структурирования информации; формат оформления результатов поиска информации
ОК 03	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие	Умения: определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности; применять современную научную профессиональную терминологию; определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования

		Знания: содержание актуальной нормативно-правовой документации; современная научная и профессиональная терминология; возможные траектории профессионального развития и самообразования
ОК 04	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами	Умения: организовывать работу коллектива и команды; взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности
		Знания: психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности; основы проектной деятельности
ОК 10	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранных языках	Умения: понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы; участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы; строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности; кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые); писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы
		Знания: правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы; основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика); лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности; особенности произношения; правила чтения текстов профессиональной направленности
ПК 3.1	Планировать и обеспечивать безопасную погрузку, размещение, крепление груза и уход за ним в течение рейса и выгрузки	Практический опыт в: проведении грузовых операций в соответствии с грузовыми планами или другими документами и установленными правилами, нормами безопасности, инструкциями по эксплуатации оборудования и судовыми ограничениями по размещению грузов.
		Умения: организовывать наблюдение за обработкой грузов в соответствии с международными и национальными правилами; составлять грузовой план судна и делать расчет остойчивости судна; производить крепление и размещение различных видов грузов
		Знания: свойства, транспортные характеристики основных видов грузов и правила их перевозки, погрузки, выгрузки и хранения; методику составления грузового плана и расчета остойчивости; безопасную обработку, размещения и крепления грузов;

		обеспечение сохранности грузов; основные документы для приема сдачи и перевозки грузов; организационную структуру и направления коммерческой деятельности на водном транспорте; внешнеторговые операции, фрахтование судов, типовые чартеры; коммерческие операции по перевозке грузов; основы формирования тарифов на операции с грузом; таможенно-транспортные операции; агентирование судов
К-39	Навыки в применении информации об остойчивости, посадке и напряжениях в корпусе судна, а также диаграмм и устройств для расчета напряжений в корпусе.	

2. ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Для выполнения работы необходимо изучить теоретические основы по планированию перевозки грузов морем. Обратите внимание, что для расчета отдельных величин техническая и специальная литература предлагает различные формулы, дающие, к тому же, различные результаты. В подобных случаях при выполнении курсовой работы следует пользоваться соответствующей формулой, оговоренной в методических указаниях к курсовой работе.

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для выполнения требований курсовой работы необходимо обеспечить при составлении грузового плана судна:

- сохранение необходимой остойчивости, прочности и дифферента судна;
- наиболее выгодное использование грузовместимости и грузоподъемности;
- возможность обеспечения погрузки и выгрузки в минимальные сроки;
- безопасное плавание судна;
- сохранную и своевременную доставку груза;
- соблюдение очередности погрузки с расчетом выгрузки судна в промежуточных портах или промысловых экспедициях без дополнительных перевалок;
- соблюдение норм техники безопасности и охраны труда экипажа судна и работников порта.

Для выполнения курсовой работы студентам предлагается многоцелевое судно, способное перевозить различные виды грузов. Для каждого предложенного вида груза необходимо определить требования к его сохранной перевозке используя их транспортные характеристики и физико-химические свойства.

Данные о судне и условные обозначения приведены в «Информации об остойчивости для капитана» в приложениях.

Для освоения программы дисциплины необходимы предварительные сведения и знания из других общетехнических и специальных дисциплин: “Теория и устройство судна”.

В ходе выполнения курсовой работы необходимо произвести расчёт необходимых запасов без их пополнения в пути из порта погрузки в порт выгрузки на указанную дату, используя полную грузовместимость и грузоподъёмность судна, по действующую грузовую марку с соблюдением продольной прочности корпуса судна, имея надлежащий дифферент и достаточную остойчивость.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	
1. Информация о судне и данных о рейсе.....	
2. Расчет загрузки судна.....	
2.1 Расчет судовых запасов на отход.....	
2.2 Расчет судовых запасов на приход.....	
2.3 Расчет судового балласта.....	
2.4 Расчет количества груза.	
2.5 Распределение грузов по грузовым помещениям.....	
2.6 Расчет координат центра тяжести судна.....	
3. Расчет начальной остойчивости.....	
4. Расчет посадки судна.....	
4.1 Посадка судна в порту отхода.....	
4.2 Посадка судна в порту прихода.....	
5. Проверка условий прочности.	
5.1 Проверка общей продольной.....	
5.2 Проверка местной прочности.....	
6. Построение диаграммы статической остойчивости.....	
6.1 Расчет плеч статической и динамической остойчивости.....	
6.2 Характеристики ДСО.....	
7. Критерий погоды.....	
7.1 Расчет плеч кренящего момента от давления ветра и кренящего динамического момента от порыва ветра.....	
7.2 Расчет амплитуды и периода качки.....	
7.3 Расчет критерия ускорения.....	
8. Критерии остойчивости по правилам РМРС.	

9. Заключение.....
10. Грузовой план судна.....
11. Список литературы.....
12. Приложения:
 - А – Основные характеристики судна «Проект 17340М»
 - Б – Таблица условных обозначений.
 - В – Таблица допустимых нагрузок на палубу.
 - Г – Данные по заполненным грузовым помещениям.
 - Д – Постоянные составляющие нагрузки.
 - Е – Данные по судовым танкам.
 - Ж – Банные по балластным танкам.
 - З – Схема расположения танков.
 - И – Гидростатические элементы судна.
 - К – Гидростатические элементы отсеков.
 - Л – Пантокарены.
 - М – Данные по площади и координатам центра парусности.
 - Н – Таблицы для расчета амплитуды качки и ветрового давления.
 - О – Диаграмма осадок носом и кормой
 - П – Допустимая аппликата ЦТ судна Z_g
 - Р – Диаграмма контроля продольной прочности

Введение

Прежде чем приступать к расчетной части курсовой работы необходимо ознакомиться с общими требованиями к составлению грузового плана и порядком составления грузового плана, а также ознакомиться с эксплуатационно-техническими характеристиками судна.

При составлении грузового плана необходимо пользоваться самой точной информацией о размерах и объемах грузовых трюмов, максимально допустимой нагрузке на один квадратный метр палубы трюма и если планируется погрузка на крышки трюмов, то и крышек. Также, необходимо ознакомиться с информацией о судне и предложенным к перевозке грузом.

Раздел 1. Информация о судне и данных о рейсе

В этом разделе необходимо описать сухогрузное судно, его назначение и устройство. Составить Судовой формуляр – основные эксплуатационно-технические характеристики судна используя таблицы данных о судне и рейсе из Приложений и задания на курсовую работу. Необходимо описать линейные, весовые, объемные и технические характеристики судна, указав их значения для данного судна.

В таблице 2 и 3 приведены данные о судне «Амур» и данные о рейсе.

Таблица 2 – Основные характеристики судна

Судно «Амур»	
Позывной	UCVS
Класс судна	Неограниченный
Водоизмещение в грузу $D_{гр}$, т	11068,3
Водоизмещение судна порожнем D_0 , т	3861,26
Грузовместимость судна $W_{тр}$, m^3	9277,5
Длина максимальная L_{max} , м	129,1
Длина между перпендикулярами L_{pp} , м	119,4
Ширина B , м	17,8
Высота борта H , м	8,7
Осадка по КВЛ d , м	6,64
Аппликата центра тяжести Z_g , м	7,986
Абсцисса центра тяжести от миделя X_g , м	- 9,780
Момент носовой оконечности относительно миделя M_{x+} , т/м	+67500
Коэффициент общей полноты C_v	0,775
Площадь бортовых килей, m^2	25,3
Зимняя грузовая марка, мм	140
Тропическая грузовая марка, мм	140
Нагрузка на настил двойного дна и крышки трюмов: t/m^2	
Крышка трюма № 1	
Крышка трюма № 1А	
Крышка трюма № 2	
Трюм № 1	
Трюм № 1А	
Трюм № 2	

Таблица 3 – Данные о рейсе

Скорость в грузу $V_{п}$, узл	
Суточный расход топлива на ходу q_t , т/сут	
Суточный расход воды q_v , т/сут	
Суточный расход масла q_m , т/сут	
Дистанция на переход $L_{п}$, мили	
Штормовой запас $K_{шт}$	

Раздел 2. Расчёт загрузки судна

2.1 Расчет судовых запасов на отход

Расчет грузового плана производится для перехода между портами погрузки и выгрузки согласно задания. Необходимо определить количество судовых запасов топлива P_T , масла P_M и воды P_B , которые необходимо иметь на борту судна, для перехода без их промежуточного пополнения в пути с учетом возможной задержки в пути из-за плохой погоды.

Такой запаса учитывается при помощи так называемого штормового запаса, который составляет примерно 15 - 20 % общего его запаса.

$K_{шт}$ – коэффициент штормового запаса, значение коэффициента штормового запаса выбирается из таблицы 4 в зависимости от продолжительности ходового времени.

Таблица 4 – Расчетные величины штормового запаса бункера

Продолжительность ходового времени, сут.	Штормовой запас от вместимости бункера на 1 рейс, %
До 5	15
5,1–10	14
10,1–15	12
15,1–20	10
20,1–25	8
25,1–30	6
Свыше 30	5

Расстояние между портами определяется из таблиц морских расстояний или на сайте <https://www.searates.com/>

Расчет времени перехода с заданной скоростью T_x , сут находим по формуле (2.1):

$$T_x = \frac{L_{п}}{(24 \times V_{ср})} . \quad (2.1)$$

Расчет каждого из видов судовых запасов выполняется по формуле (2.2):

$$P_i = K_{шт} \times T_x \times q_i . \quad (2.2)$$

Расчет необходимых запасов $P_{зап}$, т по формулам (2.3):

$$P_{зап} = P_T + P_B + P_M . \quad (2.3)$$

По заданию и Приложению Е заполняем таблицу 5 судовых запасов, которые имеются на борту, вычисляем моменты относительно плоскости мидель-шпангоута M_x и основной плоскости M_z по формулам (2.4):

$$M_x = P \times X_g ; M_z = P \times Z_g . \quad (2.4)$$

Вычисляем координаты центров тяжести Xg и Zg судовых запасов с учетом поправки на влияние свободных поверхностей жидкости δmh по формуле (2.5):

$$Xg_{\text{исп}} = \frac{\sum Mx}{\sum P} ; Zg_{\text{исп}} = \frac{\sum Mz + \sum \delta mh}{\sum P} . \quad (2.5)$$

При заполнении таблицы принимаем, что судовые запасы находятся только в указанных танках, которые заполнены топливом и маслом на 98 % , а балласт и пресная вода заполнены на 100 %.

Для расчета условий прочности, необходимо рассчитать изгибающий момент от сил дедвейта M_d по формуле (2.6) и его положительную часть $\Sigma(+Mx)$:

$$M_d = 0,5 \times \sum (P_i |Xg_i|) . \quad (2.6)$$

Таблица 5 – Таблица судовых запасов на отход

Наименование танков	$\gamma, \text{т/м}^3$	$P, \text{т}$	$Xg, \text{м}$	$Zg, \text{м}$	$Mx, \text{тм}$	$Mz, \text{тм}$	$\delta mh, \text{м}^4$
Тяжелое топливо							
ИТОГО :							
Дизельное топливо							
ИТОГО :							
Масло							
ИТОГО :							
Вода							
ИТОГО :							
M_d							
$\Sigma(+Mx)$							

По данным из таблицы 5 определяем общее количество запасов на борту судна и делаем вывод: достаточно ли запасов, имеющихся на борту для перехода без их пополнения в пути. При этом считаем, что дизельное топливо используется только во время стоянки судна в порту и для швартовых операций. В случае, если каких видов запасов не достаточно, их необходимо пополнить в порту отхода.

2.2 Расчет судовых запасов на приход

Так как за время перехода судна из порта погрузки в порт выгрузки часть судовых запасов будет израсходовано, то необходимо определить количество запасов, которые останутся на борту судна на приход в порт выгрузки. Для

этого рассчитываем количество запасов P_t , P_m , P_v , израсходованных за время перехода судна в порт выгрузки по формуле (2.7):

$$P = T_x \times q. \quad (2.7)$$

Определяем количество запасов, которые останутся на приход судна в порт выгрузки и подбираем судовые танки в которых останутся судовые запасы в порту прихода и заполняем таблицу 6 судовых запасов на приход судна в порт выгрузки. Таблица 6 заполняется аналогично таблице 5.

Таблица 6 – Таблица судовых запасов на приход

Наименование танков	$\gamma, \text{т/м}^3$	$P, \text{т}$	$Xg, \text{м}$	$Zg, \text{м}$	$Mx, \text{тм}$	$Mz, \text{тм}$	$\delta m h, \text{м}^4$
Тяжелое топливо							
ИТОГО:							
Дизельное топливо							
ИТОГО:							
Масло							
ИТОГО :							
Вода							
ИТОГО :							

2.3 Расчет судового балласта

Для обеспечения остойчивости, прочности и нужного дифферента, на судне необходимо иметь балласт. Для некоторых типов судов обеспечение прочности не возможно без наличия балласта.

По заданию и Приложению Ж заполняем таблицу 7 судового балласта и вычисляем моменты относительно плоскости мидель-шпангоута и ОП и координаты центра тяжести балласта. Учитывает заполнение балластных танков на 100 %.

Для расчета условий прочности рассчитываем изгибающий момент от сил дедвейта M_d по формуле (2.6) и его положительную часть $\Sigma(+M_x)$.

Таблица 7 – Таблица судового балласта

Наименование танков	$\gamma, \text{т/м}^3$	$P, \text{т}$	$Xg, \text{м}$	$Zg, \text{м}$	$Mx, \text{тм}$	$Mz, \text{тм}$
ИТОГО :						
M_d						
$\Sigma(+M_x)$						

2.4 Расчет количества груза

Для расчета количества груза, которое судно может перевезти с учётом имеющихся запасов, на карте Зон и Сезонных районов плавания наносим порт отхода и порт прихода и прокладываем маршрут в виде линии, соединяющей оба порта. На указанную в задании дату определяем район плавания, грузовую марку и предельную осадку $d_{ср}$. Из приложения 3, для выбранной предельной осадки $d_{ср}$, находим полное водоизмещение судна с грузом $D_{гр}$ для плотности морской воды $\rho_T = 1,025 \text{ т/м}^3$.

- определяем дедвейт Dwt , т по формуле (2.8):

$$Dwt = D_{гр} - D_o ; \quad (2.8)$$

- рассчитываем чистую грузоподъемность $\Delta_{ч}$, т по формуле (2.9):

$$\Delta_{ч} = Dwt - (P_T + P_B + P_M + P_{снаб.} + P_{эк.} + P_{пр.} + P_{балл.}), \quad (2.9)$$

где $P_{эк.}$, $P_{пр.}$, $P_{снаб.}$ – выбираем из Приложения Д;

P_T , P_B , P_M – выбираем из таблицы 5.

При расчете чистой грузоподъемности вес топлива учитываем как сумму топлива тяжелого и дизельного.

Общее количество груза $P_{гр}$, которое может перевезти судно по выбранную грузовую марку будет равно чистой грузоподъемности судна $\Delta_{ч}$.

При расчете общего количества груза необходимо учитывать, что часть груза будет перевозиться на палубе, т.е. чистая грузоподъемность судна включает вес палубного груза $P_{пб}$ и вес груза, который будет перевозиться в трюме $P_{тр}$, формула (2.10):

$$P_{гр} = P_{пб} + P_{тр} ; P_{тр} = P_{гр} - P_{пб} . \quad (2.10)$$

Так как, вес палубного груза $P_{пб}$ дан в задании, то основной груз, предложенный к перевозке, может быть перевезен только в трюме.

Подбор груза выполняется вместе с руководителем курсовой работы.

Для условий при которых груз может быть принят на борт (2.11):

$$\Delta_{ч} \geq P_{гр} ; W_{тр} \geq W_{гр} \quad (2.11)$$

Определяем, возможность перевозки всего груза или его части. Для этого необходимо рассчитать использование грузоподъемности и грузовместимости судна из расчета 100 % по формулам (2.12)

$$\frac{P_{гр}}{\Delta_{ч}} \times 100; \quad \frac{W_{гр}}{W_{тр}} \times 100 . \quad (2.12)$$

В случае превышения указанных выше величин количество груза должно быть уменьшено до значений: $P_{гр} = \Delta_{ч}$ и $W_{гр} = W_{тр}$.

По результатам расчетов необходимо сделать вывод: какое количество груза может быть перевезено судном с учетом имеющихся на борту запасов и грузопместимости трюмов.

После подбора груза заполняется таблица 8.

Таблица 8 – Наименование и характеристики груза, предъявляемого к перевозке

Груз	Масса, т	УПО, м ³ /т	Объём, м ³
Основной Р _{тр}			
Палубный груз Р _{пб}			

В этой части необходимо описать транспортные характеристики груза, предложенного к перевозке. Для обеспечения сохранной перевозки груза, необходимо знать его физические и химические свойства, которые могут повлиять на безопасность судна, его экипажа и самого груза.

Например, сыпучих грузов может привести к их смещению, увеличению крена и ухудшению остойчивости. Коррозийные вещества вызывают коррозию корпуса судна, а токсичные вещества могут привести к отравлению членов экипажа. Режимные грузы требуют особых условий хранения, связанных с температурой или влажностью в грузовых трюмах.

В данном разделе необходимо указать способы транспортировки, а также требования к упаковке, средствам крепления и другим средствам, которые применяются для сохранности груза во время транспортировки морем.

2.5 Распределение грузов по грузовым помещениям

Грузы на судне должны располагаться по весу, пропорционально объёму отдельных грузовых помещений. В этом случае прочность судна будет сохранена. Количество груза, предназначенного для погрузки в какое-либо из судовых помещений, может быть определено формулой (2.13):

$$p = \frac{w \times P_{тр}}{W}, \quad (2.13)$$

где p – искомый вес груза;

w – объём грузового помещения;

W – грузопместимость судна (соответственно в кипах или зерне);

$P_{тр}$ – вес всех грузов, принимаемых судном в трюмах.

Практически продольная прочность вполне обеспечивается, если весовое количество груза будет отличаться от результата, полученного по приведенной формуле в пределах 10 – 12 %.

Используя формулу (2.13) и данные из Приложения И, заполняем таблицу 9. Вес палубного груза, который будет перевозиться на крышках трюмов, указан в задании к курсовой работе.

Таблица 9 – Таблица распределения грузов по трюмам

Наименование трюмов	P, т	Xg,м	Zg,м	Mx,тм	Mz, тм
Трюм 1					
Трюм 1А					
Трюм 2					
Крышка трюма 1					
Крышка трюма 1А					
Крышка трюма 2					
ИТОГО :					
ΣM_d					
$\Sigma(+M_x)$					

Так как при составлении грузового плана должны быть учтены мореходные качества судна, такие как остойчивость, прочность, ходкость которые должны быть обеспечены на протяжении всего перехода из порта выходы в порт прихода. Для этого составляем сводные таблицы 10 на грузок на отход и таблицу 11 на приход судна. Данные из таблиц 5, 6, 7, 9 и приложения Д, переносим в таблицы 10 и 11.

Таблица 10 – Таблица нагрузок на отход

Вид нагрузки	Вес, т	Координаты ЦТ судна		Моменты	
		Xg, м	Zg, м	Mx, тм	Mz, тм
Судно порожнем D_0					
Экипаж $P_{эк}$					
Провизия $P_{пр}$					
Снабжение $P_{сн}$					
Топливо $P_{тяж}$					
Топливо $P_{диз}$					
Масло P_m					
Вода P_v					
Балласт $P_б$					
Груз $P_{гр}$					
Водоизмещение D					
Дедвейт Dwt					

Координаты ЦТ судна с грузом на отход $Z_{гисп}$ и X_g , м вычисляем по формулам (2.14). Учитываем, что аппликата ЦТ судна Z_g должна быть исправлена поправкой на влияние свободной поверхности жидкости:

$$Z'_{гисп} = \frac{(\sum Mz + \sum \delta m h)}{D_{гр}} ;$$

$$X_g = \frac{\sum Mx}{D_{гр}} . \quad (2.14)$$

Таблица 11 – Таблица нагрузок на приход

Вид нагрузки	Вес, т	Координаты ЦТ судна		Моменты	
		X_g , м	Z_g , м	Mx , тм	Mz , тм
Судно порожнем D_0					
Экипаж $P_{эк}$					
Провизия $P_{пр}$					
Снабжение $P_{сн}$					
Топливо $P_{тяж}$					
Топливо $P_{диз}$					
Масло P_m					
Вода P_v					
Балласт $P_б$					
Груз $P_{гр}$					
Водоизмещение $D_{гр}$					
Дедвейт Dwt					

Координаты ЦТ судна с грузом на приход Z_g и X_g , м вычисляем по формулам (2.15). Учитываем, что аппликата ЦТ судна Z_g должна быть исправлена поправкой на влияние свободной поверхности жидкости:

$$Z'_{гисп} = \frac{(\sum Mz + \sum \delta m h)}{D_{гр}} ;$$

$$X_g = \frac{\sum Mx}{D_{гр}} . \quad (2.15)$$

Раздел 3. Расчет начальной остойчивости

Начальная поперечная остойчивость характеризуется величиной начальной поперечной метацентрической высоты судна h_0 . Начальная метацентрическая высота должна быть исправлена величиной поправки на свободную поверхность жидкости δmh . Значение начальной метацентрической высоты должны соответствовать требованиям Морского Регистра Судоходства и находиться в допустимых пределах, не менее 0,15 м. Вместе с метацентрической высотой, критерием остойчивости может служить аппликата центра тяжести судна $Z'_{гисп}$.

Используя рассчитанное значение водоизмещения судна в грузу $D_{гр}$ для порта отхода и порта прихода из Приложения И табл. «Гидростатические элементы судна» заполняем таблицу 12.

Таблица 12 – Гидростатические элементы судна

Наименование	Обозначение	Значение
На отход из порта		
Водоизмещение судна в грузу, т	$D_{гр}$	
Средняя осадка судна с грузом, м	$d_{ср}$	
Абсцисса центра величины, м	X_c	
Абсцисса центра плавучести, м	X_f	
Количество тонн на см осадки, т/см	q	
Аппликата поперечного метацентра, м	Z_m	
Аппликата поперечного метацентра, м	Z_M	
На приход в порт		
Водоизмещение судна в грузу, т	$D_{гр}$	
Средняя осадка судна с грузом, м	$d_{ср}$	
Абсцисса центра величины, м	X_c	
Абсцисса центра плавучести, м	X_f	
Количество тонн на см осадки, т/см	q	
Аппликата поперечного метацентра, м	Z_m	
Аппликата поперечного метацентра, м	Z_M	

Используя значения из таблицы 12, определяем начальную поперечную и продольную метацентрические высоты $h_{исп}$ и $H_{исп}$. Полученные значения записываем в таблицу 13.

Таблица 13 – Начальная остойчивость

Наименование	Обозначение	Значение
На отход из порта		
Аппликата ЦТ судна, м	$Zg_{исп}$	
Начальная поперечная метацентрическая высота, м	$h_{исп}$	
Начальная продольная метацентрическая высота, м	$H_{исп}$	
На приход в порт		
Аппликата ЦТ судна, м	$Zg_{исп}$	
Начальная поперечная метацентрическая высота, м	$h_{исп}$	
Начальная продольная метацентрическая высота, м	$H_{исп}$	

По полученным результатам, используя диаграмму контроля остойчивости, необходимо сделать вывод: соответствует ли судно условиям начальной остойчивости, избыточной остойчивости или является не остойчивым. Привести предельные значения $Zg_{доп}$ и сравнить с расчетным значением. В случае, избыточной остойчивости, необходима проверка судна по критерию ускорения.

Проверка начальной остойчивости.

Начальная остойчивость судна считается удовлетворительной, если выполняются условия (3.1):

$$h_{исп} \geq 0,15 \text{ м} ; Zg_{доп} > Zg_{исп}. \quad (3.1)$$

На диаграмме Приложения Н выполнить построения и определить предельные значения $Zg_{доп}$, м для случаев с минимальной и избыточной остойчивостью судна.

Раздел 4. Расчет посадки судна

Посадка судна, его дифферент и крен в значительной мере влияют на мореходные качества судна, такие как скорость и управляемость. Для судов, длиной в пределах 150 м можно считать допустимым дифферент на корму в пределах $0,5 \div 1,0$ м. Размещение груза относительно диаметральной плоскости, должно обеспечивать положение судна, при котором крен равен нулю. Если это условие выполнить не возможно, тогда используются балластные танки, находящиеся по бортам судна.

4.1 Посадка судна в порту отхода

Из Приложения С определяем плотность морской воды в порту погрузки ρ , т/м³. Так как табличное значение плотности $\rho_T = 1,025$ т/м³ отличается от плотности морской воды в порту погрузки значение средней осадки необходимо исправить поправкой $\delta d_{ср}$, м по формуле (4.1):

$$\delta d_{ср} = \frac{D \times (\rho_T - \rho)}{100 \times q \times \rho} ; \quad (4.1)$$

- фактическую осадку судна в порту после погрузки d' , м определяем по формуле (4.2):

$$d' = d_{ср} + \delta d_{ср}. \quad (4.2)$$

- находим удельный момент дифферентующий судно на 1 см, тм/см по формуле (4.3):

$$M_{уд} = \frac{D \times H}{100 \times L_{pp}} ; \quad (4.3)$$

- находим дифферент судна d , м по формуле (4.4):

$$d = \frac{D \times (Xg - Xc)}{100 \times M_{уд}} ; \quad (4.4)$$

- находим осадку на носовом перпендикуляре d_n , м по формуле (4.5):

$$d_n = d' + \frac{d \times (0,5 \times L_{pp} - X_f)}{L_{pp}} ; \quad (4.5)$$

- находим осадку на кормовом перпендикуляре d_k , м по формуле (4.6):

$$d_k = d' - \frac{d \times (0,5 \times L_{pp} + X_f)}{L_{pp}} ; \quad (4.6)$$

- находим дифферент судна на отход d , м по формуле (4.7):

$$d = d_n - d_k. \quad (4.7)$$

4.2 Посадка судна в порту прихода

Определение осадок носом d_n и кормой d_k выполняется с помощью диаграммы осадок в Приложении П. По найденным значениям осадок вычисляем дифферент судна d , м по формуле (4.7) и среднюю осадку d_{cp} по формуле (4.8):

$$d_{cp} = \frac{d_n + d_k}{2} ; d = d_n - d_k. \quad (4.8)$$

Составляем таблицу 14 посадок на отход и приход судна в порт.

Таблица 14 – Посадка судна в порту отхода и прихода

На отход из порта	
Плотность воды в порту отхода	
Поправка осадки на плотность морской воды $\delta d_{cp, м}$	
Средняя осадка судна в порту после погрузки d' , м	
Осадка на носовом перпендикуляре d_n , м	
Осадка на кормовом перпендикуляре d_k , м	
Дифферент судна d , м	
На приход в порт	
Плотность воды в порту прихода	
Поправка осадки на плотность морской воды $\delta T_{cp, м}$	
Осадка судна в порту выгрузки d' , м	
Дифферент судна d , м	
Осадка на носу d_n , м	
Осадка на корме d_k , м	

Сделать вывод: как измениться дифферент судна в порту прихода с учетом израсходованных судовых запасов. В случае, если дифферент судна, находится за пределами эксплуатационных значений, необходимо указать мероприятия, которые необходимо выполнить для изменения дифферента в данных условиях.

Раздел 5. Проверка общей продольной прочности и местной прочности

5.1 Общая продольная прочность

Общую продольную прочность корпуса судна проверяют путем сравнения наибольших изгибающих моментов в районе миделя $M_{изг}$ с нормативной величиной допускаемого изгибающего момента $M_{доп}$.

Суммарный изгибающий момент $M_{изг}$ равен сумме составляющих порожнего судна M_0 , изгибающий момент сил дедвейта M_d и момент от сил поддержания $M_{с.п.}$.

Изгибающий момент от сил тяжести на миделе порожнего судна M_0 , тм по формуле (5.1):

$$M_0 = K_0 \times D_0 \times L_{pp}, \quad (5.1)$$

где $K_0 = 0.126$ (для сухогрузных судов с кормовым расположением МО)

Изгибающий момент от масс грузов и запасов $M_{гр}$, тм по формуле (5.2):

$$M_d = 0,5 \times \sum (P_i |Xg_i|). \quad (5.2)$$

В расчет принимаются все нагрузки, входящие в дедвейт судна. Значение M_d выбирается из таблиц 5, 7, 9.

Изгибающий момент на миделе от сил поддержания $M_{с.п.}$, тм по формуле (5.3):

$$M_{с.п.} = -k_{с.п.} \times D \times L_{pp}, \quad (5.3)$$

где $k_{с.п.} = 0,0315 + 0,0895 \times C_b$.

Суммарный изгибающий момент $M_{изг}$, тм по формуле (5.4):

$$M_{изг} = M_0 + M_{гр} + M_{сп}. \quad (5.4)$$

Так как силы тяжести и поддержания действуют в противоположном направлении, то моменты, создаваемые этими силами, будут иметь противоположные знаки.

Значение допустимого изгибающего момента $M_{доп}$, тм по формуле (5.5):

$$M_{доп} = K \times B \times L^{2,3}, \quad (5.5)$$

где для сухогрузных судов:

$k = 0,0205$ - на вершине волны;

$k = 0,0182$ - у подошвы волны.

Определяем соответствие судна условиям прочности из формулы (5.6):

$$|M_{изг}| \leq M_{доп}. \quad (5.6)$$

Математические расчеты необходимо подтвердить с помощью диаграммы контроля прочности и определить вид деформации корпуса судна. Для этого используем значение изгибающего момента $\Sigma(+M_x)$ из таблиц 5, 7, 9.

Вид деформации корпуса судна, рассчитанный с помощью формул, должен соответствовать виду деформации полученный с помощью диаграммы контроля прочности.

5.2 Местная прочность

Обеспечение местной прочности осуществляется путем нормирования нагрузки на единицу площади палубы. Из Приложения В выбираем допустимую нагрузку на палубу трюмов и заполняем таблицу 15.

Таблица 15 – Допустимые нагрузки на палубу

Наименование трюма	Трюм № 1	Трюм № 1А	Трюм № 2
Объем трюма $W_{тр}$, м ³			
Высота трюма H , м			
Площадь трюма S , м ²			
Количество груза, т			
Фактическая нагрузка на палубу, т/м ²			
Допустимая нагрузка на палубу, т/м ²			

Сделать вывод: соответствует ли судно условиям общей продольной и местной прочности. Какой вид деформации у судна.

Раздел 6. Построение диаграммы статической остойчивости

6.1 Расчет плеч статической и динамической остойчивости

Остойчивость судна при больших углах крена характеризуется величиной плеча статической $l_{ст}$. Для определения остойчивости судна строится диаграммы ДСО и ДДО на которых выполняются необходимые построения для определения характеристик остойчивости судна согласно правил Регистр морского судоходства.

Для построения диаграммы статической остойчивости используя Приложения Л, необходимо рассчитать значение плеч статической и динамической остойчивости табличным способом.

Плечо статической остойчивости определяется как разность плеча формы $l_{ф}$ и плеча веса $l_{в}$ по формуле (6.1):

$$l_{ст} = l_{ф} - l_{в} . \quad (6.1)$$

Плечо формы $l_{ф}$ находим из Приложения Л – Пантокарены.

Плечо веса $l_{в}$ находим по формуле (6.2)

$$l_{в} = Z_{g \text{ исп}} \times \sin \Theta . \quad (6.2)$$

Плечи статической остойчивости рассчитываются для углов крена с интервалом 10°. Полученные данные занести в таблицу 16.

Таблица 16 – Расчет плеч статической и динамической остойчивости

Угол крена	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
l_{ϕ} , (пантокарены)								
$\sin\Theta$								
$l_{\Sigma} = Z_{\Sigma \text{ исп}} \times \sin\Theta$								
$l_{\text{ст}} = l_{\phi} - l_{\Sigma}$								
$\sum_{\text{ннт}} l$								
$l_{\text{дин}} = 0.0872 \times \sum_{\text{ннт}} l$								

Используя данные из таблицы 16, строим график статической остойчивости. Построение графика статической остойчивости выполняется на миллиметровой бумаге в масштабе М 1 : 10 (10 см = 100 см). Диаграмма статической остойчивости приведена на рисунке 2.

6.2 Характеристики диаграммы статической остойчивости

Требования к остойчивости неповрежденных судов изложены в Правилах классификации и постройки судов часть IV Остойчивость Российского морского регистра судоходства.

1. Площадь под положительной частью диаграммы статической остойчивости должна быть не менее 0,055 м*рад до угла крена А-30° и не менее 0,09 м*рад до угла крена А-40° либо до угла заливания Θ_f , в зависимости от того, какой из них меньше. Дополнительно, площадь между углами крена 30° и 40° А30° - 40° должна быть не менее 0,03 м/рад.

2. Максимальное плечо диаграммы статической остойчивости $l_{\text{мах}}$ должно быть не менее 0,25 м для судов длиной $L \leq 80$ м и 0,20 м для судов длиной $L \geq 105$ м при угле крена $\theta \geq 30^\circ$. Для промежуточных значений L величина плеча определяется линейной интерполяцией.

3. Исправленная начальная метацентрическая высота всех судов при всех случаях загрузки, за исключением «судна порожнем», должна иметь значение не менее 0,15 м.

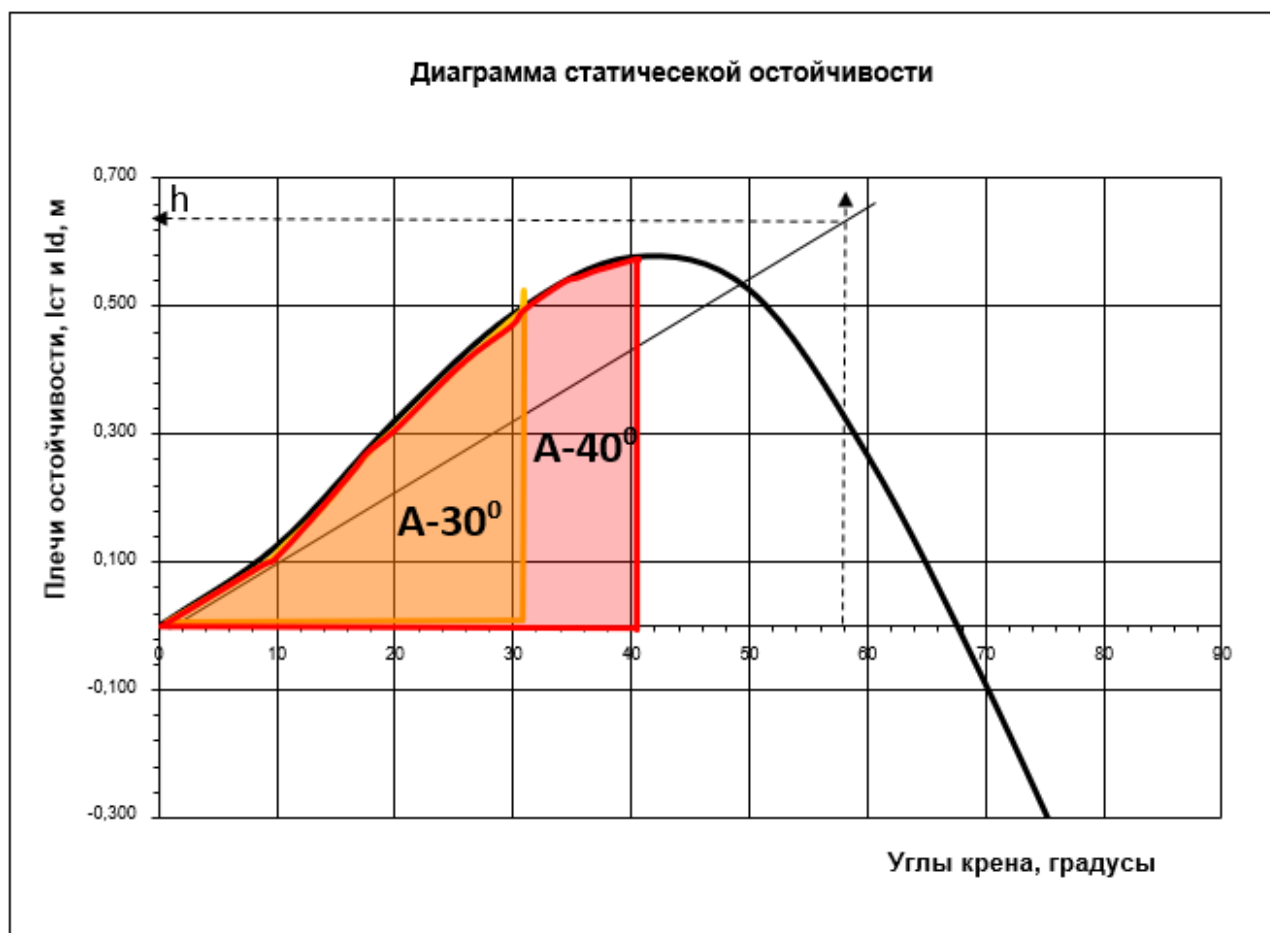


Рисунок 2. Диаграмма статической устойчивости

На графике наносим площади $A-30^\circ$ и $A-40^\circ$. Численное значение для найденных площадей выбираем из таблицы 16 равных l дин для соответствующих углов крена.

В нашем примере:

$$A-30^\circ = 0,102 \text{ м*рад}$$

$$A-40^\circ = 0,166 \text{ м*рад}$$

$$A-40^\circ - A-30^\circ = 0,064 \text{ м*рад}$$

На графике ДСО проводим касательную к начальному участку диаграммы от 0° до 10° . На оси абсцисс восстанавливаем перпендикуляр из точки $57,3^\circ$ до пересечения с касательной. Точка пересечения покажет значение начальной метацентрической высоты h на оси ординат. Полученные значения заносим в таблицу 17.

Раздел 7. Критерий погоды

Остойчивость судна оценивается для условий плавания:

1. судно находится под действием ветра постоянной скорости, направленного перпендикулярно к его диаметральной плоскости, которому соответствует плечо ветрового кренящего момента lw_1 , рисунок 3;

2. от статического угла крена θ_{w1} , вызванного постоянным ветром и соответствующего первой точке пересечения горизонтальной прямой l_{w1} с кривой восстанавливающих плеч $l(\theta)$, под воздействием волн судно кренится на наветренный борт на угол, равный амплитуде бортовой качки θ_{1r} , рисунок 3;

3. на накрененное судно динамически действует порыв ветра, которому соответствует плечо кренящего момента l_{w2} ;

4. вычисляются и сравниваются площади a и b , заштрихованные на рис. 3. Площадь b ограничена кривой $l(\theta)$ восстанавливающих плеч, горизонтальной прямой, соответствующей кренящему плечу l_{w2} , и углом крена $\theta_{w2} = 50^\circ$, либо углом заливания θ_f , либо углом крена θ_c , соответствующим точке второго пересечения прямой l_{w2} с кривой восстанавливающих плеч, в зависимости от того, какой из этих углов меньше.

5. остойчивость судна по критерию погоды $K=b/a$ считается достаточной, если площадь b равна или больше площади a , т.е. $K \geq 1$.

6. Статический угол крена θ_{w1} от действия постоянного ветра не должен превышать 16° , либо угла, равного 0,8 угла входа в воду кромки открытой палубы, в зависимости от того, какой из них меньше.

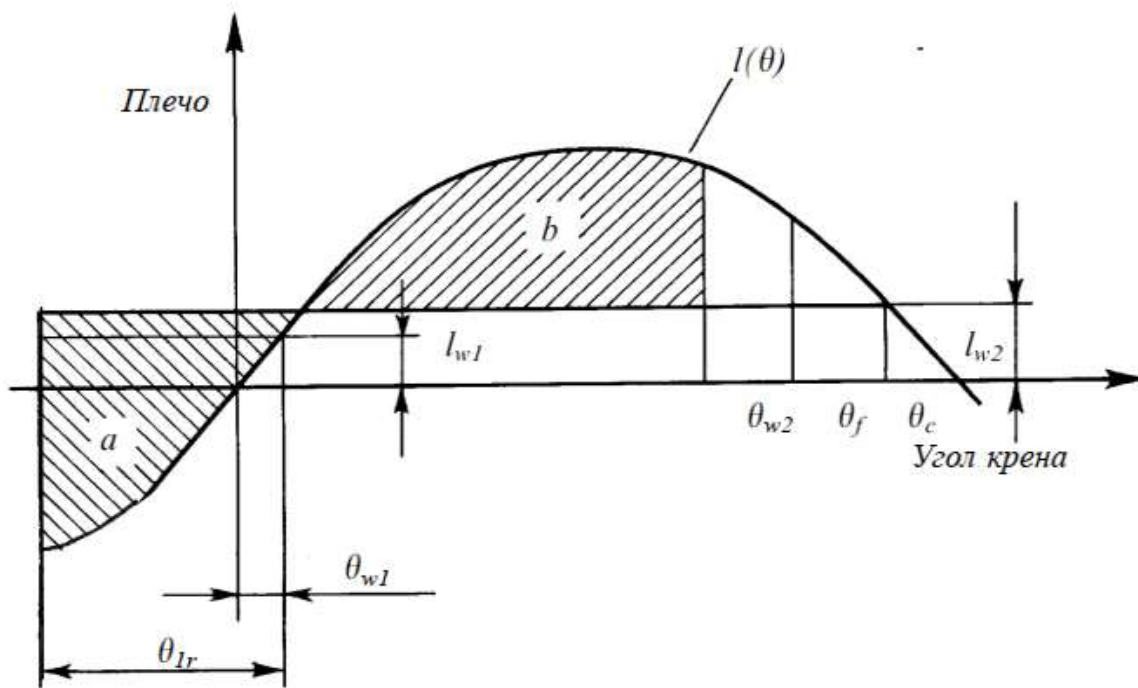


Рисунок 3. Критерий погоды

7.1 Расчет плеч кренящего момента от давления ветра и кренящего динамического момента от порыва ветра

Расчет плеча кренящего момента от давления ветра l_{w1} по формуле (7.1):

$$l_{w1} = \frac{PvAvZv}{1000gD} \cdot \quad (7.1)$$

Данные по площади A_v и координатам центра парусности Z_v приведены в приложении М. Значение ветрового давления P_v приведены в приложении Н.

Плечо кренящего динамического момента от порыва ветра lw_2 находим по формуле (7.2):

$$lw_2 = (1+m)lw_1. \quad (7.2)$$

Значение коэффициента m выбираем из приложения Н.

7.2 Расчет амплитуды и периода качки

Амплитуда качки судна θ_{1r} с круглой скулой рассчитывается по формуле (7.3):

$$\theta_{1r} = 109kX_1X_2\sqrt{rS}. \quad (7.3)$$

Коэффициент S , X_1 , X_2 , k выбирается из таблиц 2, 3, 4, 5 приложение Н.

r – параметр, определяемый по формуле (7.4):

$$r = 0,73 + \frac{0,6(Zg-d)}{d}. \quad (7.4)$$

Значение r не должно приниматься больше 1.

Период качки T рассчитывается по формуле (7.5):

$$T = \frac{2cB}{\sqrt{h}} \quad (7.5)$$

где $c = 0,373 + 0,023B/d - 0,043L_{pp}/100$;

h – исправленная метацентрическая высота (с поправкой на свободные поверхности жидких грузов);

L_{pp} – длина судна по ватерлинии.

7.3 Расчет критерия ускорения

Избыточная остойчивость ограничивается у судов, имеющих отношение $\frac{\sqrt{h}}{B} > 0,08$ или $\frac{B}{d} > 2,5$, а также для судов, перевозящих груз с малым удельным погрузочным объемом. У таких судов необходимо осуществлять проверку остойчивости по критерию ускорения K^* .

Остойчивость по критерию ускорения K^* считается приемлемой, если в рассматриваемом состоянии нагрузки расчетное ускорение (в долях g) не превышает допустимого значения, т.е. выполняется условие: $0,3/\alpha_{расч} \geq 1$.

Коэффициент $\alpha_{расч}$ можно рассчитать по формуле (7.6):

$$\alpha_{расч} = 0,0105 \frac{h}{c^2 B} k_{\Theta} \Theta_{1r}. \quad (7.6)$$

Раздел 8. Соответствие требованиям к остойчивости по правилам РМРС

Остойчивость сухогрузных судов должна проверяться при следующих случаях загрузки:

.1 судно при осадке по летнюю грузовую марку и наличии однородного груза, заполняющего грузовые трюмы, твиндеки, комингсы и шахты грузовых люков, с полными запасами и без жидкого балласта;

.2 судно, как в случае загрузки, указанном в 1, но с 10 % запасов и, если необходимо, с жидким балластом;

.3 судно без груза, с полными запасами;

.4 судно, как в случае загрузки, указанном в 3, но с 10 % запасов.

.5 для судов, перевозящих в нормальных условиях эксплуатации грузы на палубах, должна быть проверена остойчивость при следующих дополнительных случаях загрузки:

.1 судно с заполненными однородным грузом трюмами и твиндеками при осадке по летнюю грузовую марку, с грузом на палубах, полными запасами и, если необходимо, с жидким балластом;

.2 судно, как в случае загрузки, указанном в 1, но с 10 % запасов.

6. Если при проверке остойчивости судна окажется, что хотя бы один из параметров $\frac{\sqrt{h}}{B}$ и $\frac{B}{d}$ превышает 0,08 и 2,5 соответственно, остойчивость должна быть дополнительно проверена по критерию ускорения K^*

Заполняем таблицу 17 норм остойчивости судна после приема груза.

Таблица 17 – Нормы остойчивости судна после приема груза

Параметр	Норма	Расчеты
Начальная метацентрическая высота h , м	$\geq 0,15$	
угол максимума диаграммы $\Theta_{\max}$, град	$\geq 30^0$	
максимальное плечо при угле крена l_{30}^0 , м	$\geq 0,2$	
Угол заката ДСО $\theta_{\text{зак}}$	$\geq 60^0$	
Статического угол крена от действия ветра θ_{w1} , град	$\leq 16^0$	
Площадь ДСО до угла 30^0 , $A-30^0$ м*рад	$\geq 0,055$	
Площадь ДСО до угла 40^0 , $A-40^0$ м*рад	$\geq 0,09$	
Площадь ДСО $A-40^0 - A-30^0$, м*рад	$\geq 0,03$	
Критерий погоды $K = \frac{b}{a}$	≥ 1	
Критерий ускорения $K^* = 0,3/\alpha_{\text{расч}}$	≥ 1	

Раздел 9. Заключение

Заключение составляется по всем разделам курсовой работы и делается вывод: соответствует ли судно мореходным качествам - остойчивости, прочности и ходкость в порту погрузки и порту выгрузки, полное использование грузоподъемности и грузовместимости.

Раздел 10. Составляем грузовой план судна с указанием портов погрузки и выгрузки, количество груза по трюмам и на палубе

Список литературы

1. Аксютин Л. Р. Грузовой план судна. – Одесса: ЛАТСТАР, 1999.
2. Вознесенский В.В. Контроль остойчивости. – Севастополь: Рибест, 2011.
3. Снопков В.И. Технология перевозок грузов морем. – СПб: АНО НРО «Мир и семья», 2001.
4. Правила классификации и постройки судов. - РМРС, 2018.
5. Учебная информация об остойчивости судна проект 17340М.
6. Карта зон и сезонных районов (приложение к МК о грузовой марке 1966 г.)

Приложение А – Задание на курсовую работу

Статьи нагрузок на переход порт Луанда порт Черноморск

Название судна	Дата	Суточный расход			Скорость, узл				
		топливо, т	вода, т	масло, т					
Амур									

Палубный груз	Крышка трюма № 1	Крышка трюма № 1А	Крышка трюма № 2
Вес груза ,т			

Балласт	Плотность	Тяжелое топливо	Плотность	Дизельное топливо	Плотность

Приложение Б – Таблица условных обозначений

Обозначение	Значение
Xc	Абсцисса центра величины, м
Xg	Абсцисса центра тяжести судна, м
θ_{1r}	Амплитуда качки судна с круглой скулой, град.
θ_{2r}	Амплитуда качки судна с киллями, град.
Zm	Аппликата метацентра, м
Zc	Аппликата центра величины, м
Zg	Аппликата центра тяжести судна, м
V	Водоизмещение объёмное, м ³
D ₀	Водоизмещение судна порожнём, т
D _{гр}	Водоизмещение судна с грузом, т
H	Высота борта на миделе, м
H _{гр}	Высота слоя груза, м
Dwt	Дедвейт, т
$\Delta_{\text{ч}}$	Чистая грузоподъемность, т
d	Дифферент, м
L _{pp}	Длина между перпендикулярами, м
M	Изгибающий момент, тм
h ₀	Начальная метацентрическая высота, м
h _{исп}	Исправленная метацентрическая высота, м
k	Коэффициент
C _B	Коэффициент общей полноты
μ	Коэффициент распределения груза по трюмам, т
M _v	Кренящий момент от давления ветра, тм
K	Критерий погоды
l _{max}	Максимальное плечо ДСО, м
P	Масса, т
X ₂	Множитель для определения амплитуды качки
X ₁	Множитель для определения амплитуды качки
Y	Множитель для определения амплитуды качки, град.
M _x	Момент водоизмещения относительно миделя, тм
M _z	Момент водоизмещения относительно ОП, тм
ΣM_x	Суммарный момент водоизмещения относительно миделя, тм
ΣM_z	Суммарный момент водоизмещения относительно ОП, тм
W	Объём помещения, м ³
M _c	Опрокидывающий момент, тм
Y _g	Ордината центра тяжести судна, м
d _к	Осадка на кормовом перпендикуляре, м
d _н	Осадка на носовом перпендикуляре, м
d _{ср}	Осадка средняя на миделе в морской воде, м
d'	Осадка средняя на миделе в порту погрузки, м
lw ₂	Плечо кренящего момента от порыва ветра, м

lw_1	Плечо кренящего момента от статического давления ветра, м
lv	Плечо момента от давления ветра, м
l_{30}	Плечо ДСО при 30 градусах, м
lc	Плечо опрокидывающего момента, м
Z_{Π}	Плечо парусности, м
ρ	Плотность в порту погрузки, т/м ³
ρ_m	Плотность морской воды, т/м ³
A_v	Площадь парусности, м ²
A_k	Площадь скуловых килей, м ²
δmh	Поправка, учитывающая влияние жидких грузов, тм
P_v	Расчетное давление ветра, Па
$\Sigma \delta mh$	Суммарная поправка к МЦВ на свободные поверхности, м
θ_v	Угол заката ДСО, град.
θ	Угол крена, град.
θ_m	Угол максимума ДСО, град.
θ_{opr}	Угол опрокидывания, град.
B	Ширина судна, м
L_{Π}	Дальность перехода, мили
V_{cp}	Средняя скорость на переходе, узл
P_t	Вес запасов топлива, т
P_v	Вес запасов воды, т
P_m	Вес запасов масла, т
$P_{эк}$	Вес экипажа с багажом, т
$P_{пр}$	Вес запасов провизии, т
$P_{снаб}$	Вес снабжения, т
$P_{балл}$	Вес балласта, т
$P_{тяж}$	Вес тяжелого топлива, т
$P_{диз}$	Вес дизельного топлива, т
$K_{шт}$	Коэффициент штормового запаса, т
q_t	Расход топлива, т/сут
q_v	Расход воды, т/сут
q_m	Расход масла, т/сут
$W_{тр}$	Объем всех грузовых помещений, м ³
МТС	Момент, дифференцирующий судно на 1 см

Приложение В – Таблица допустимых нагрузок на палубу

Наименование грузового места	Удельная нагрузка, т/м ²	Максимальное количество груза, т
Крышка трюма № 1	2,2	631,4
Крышка трюма № 1А	2,2	679,8
Крышка трюма № 2	2,2	836,0
Трюм № 1	11,0	2882,0
Трюм № 1А	11,0	3916,0
Трюм № 2	11,0	4048,0

Приложение Г – Данные по заполненным грузовым помещениям

Наименование грузовых танков	100 % заполнения			
	W _{гр} , м ³	X, м	Y, м	Z, м
Трюм №1	2 571,85	33,03	0,01	5,85
Трюм №1А	3 230,79	8,03	-0,01	5,71
Трюм №2	3 474,86	-21,40	0,00	5,83
Крышка трюма №1	400	23,6	0,00	10,5
Крышка трюма №1А	400	7,53	0,00	10,2
Крышка трюма №2	300	-24,0	0,00	10,4

Приложение Д – Постоянные составляющие нагрузки

Наименование статей нагрузки.	P, т (100%/10%)	X, м	Y, м	Z, м
Судно порожнем	3861,3	-9,780	0,0	7,986
Провизия	3,63 / 0,36	-54,60	-4,07	13,10
Расходные материалы	3,50 / 0,35	-23,90	0,00	11,50
Экипаж с багажом	4,60	-43,68	0,63	17,32

Приложение Е – Таблица данных по судовым танкам

Наименование танков	γ, т/м ³	V, м ³	X, м	Y, м	Z, м	mh, м ⁴
Тяжелое топливо						
Отстойная цистерна ТТ ДП		36,62	-5,35	2,14	4,13	139
Расходная цистерна ТТ котла ДП		6,32	-56,50	1,40	10,54	2
Расходная цистерна ТТ ЛБ		18,22	-35,30	- 5,04	4,07	8
Цистерна запаса ТТ №1 ПрБ		116,31	21,86	-3,50	4,96	60
Цистерна запаса ТТ №2 ЛБ		116,31	21,94	-3,50	4,96	60
Цистерна запаса ТТ №3 ПрБ		68,10	-6,60	3,18	2,99	82
Цистерна запаса ТТ №4 ЛБ		64,69	-6,55	-3,19	2,99	76
Дизельное топливо						
Расходная цистерна ДТ №1 ЛБ		14,13	-47,67	-7,31 7	7,14	1,25
Расходная цистерна ДТ №2 ЛБ		12,24	-50,40	-7,21	7,67	1,25
Цистерна ДТ котла		0,48	-56,50	-0,30	11,23	0
Цистерна запаса ДТ ПрБ		29,31	-32,32	7,72	4,51	1,25
Масло						
Цистерна зап.цил.масла №1 ПрБ		5,44	-40,80	5,63	6,83	0,00
Цистерна зап.цил.масла №2 ПрБ		5,33	-40,80	4,07	6,83	0,00
Цистерна запаса турб.масла ПрБ		7,13	-48,87	4,81	3,97	2,22

Цистерна цирк.масла ГД		11,04	-48,46	-4,58	3,95	4,44
Цистерна цирк.масла ДГ		4,92	-40,80	7,53	6,86	1,11
Пресная вода						
Расходная цистерна кот.воды ПрБ		4,21	-50,89	5,15	11,33	2
Цистерна запаса кот.воды ПрБ		9,90	-47,09	2,18	0,85	6
Цистерна пресной воды ПВ-1 ДП		31,80	-57,03	-0,07	7,19	11
Цистерна пресной воды ПВ-2 ЛБ		27,67	-56,91	-3,84	7,73	26
Цистерна пресной воды ПВ-3 ПрБ		27,67	-56,91	3,84	7,73	26

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж – Данные по балластным танкам

Наименование танков	V, м ³	X, м	Y, м	Z, м	$\delta m h, \text{м}^4$
Балластная цистерна Б-10 ЛБ	47,01	27,75	-6,74	1,32	22
Балластная цистерна Б-10А ЛБ	85,34	15,09	-6,82	1,25	45
Балластная цистерна Б-10Б ЛБ	64,14	1,10	-6,81	1,24	33
Балластная цистерна Б-11 ПрБ	46,21	27,82	6,73	1,31	22
Балластная цистерна Б-11А ПрБ	85,34	15,09	6,82	1,25	45
Балластная цистерна Б-11Б ПрБ	64,14	1,10	6,81	1,24	33
Балластная цистерна Б-12 ЛБ	43,09	27,86	-7,72	4,66	2
Балластная цистерна Б-12А ЛБ	54,81	13,10	-7,73	4,66	3
Балластная цистерна Б-12В ДП	142,38	-6,60	-0,07	6,76	525
Балластная цистерна Б-12Б ЛБ	54,81	1,10	-7,73	4,66	3
Балластная цистерна Б-13 ПрБ	43,09	27,86	7,72	4,66	2
Балластная цистерна Б-13А ПрБ	54,81	13,10	7,73	4,66	3
Балластная цистерна Б-13Б ПрБ	54,81	1,10	7,73	4,66	3
Балластная цистерна Б-14 ЛБ	76,95	-12,10	-6,81	1,24	40
Балластная цистерна Б-15 ПрБ	76,95	-12,10	6,81	1,24	40
Балластная цистерна Б-16 ЛБ	140,98	-20,41	-2,89	0,61	194

Балластная цистерна Б-17 ПрБ	145,55	-20,96	2,98	0,62	214
Балластная цистерна Б-18 ЛБ	65,77	-12,10	-7,73	4,66	4
Балластная цистерна Б-19 ПрБ	65,77	-12,10	7,73	4,66	4
Балластная цистерна Б-2 ДП	135,28	49,27	0,00	4,58	159
Балластная цистерна Б-20 ЛБ	67,10	-26,50	-7,73	4,66	4
Балластная цистерна Б-21 ПрБ	43,81	-24,10	7,73	4,66	2
Балластная цистерна Б-22 ЛБ	76,40	-26,60	-6,80	1,26	39
Балластная цистерна Б-23 ПрБ	77,57	-26,68	6,80	1,26	40
Балластная цистерна Б-3 ДП	267,82	46,18	0,00	3,82	618
Балластная цистерна Б-4 ЛБ	46,34	38,25	-5,83	1,55	7
Балластная цистерна Б-5 ПрБ	46,34	38,25	5,83	1,55	7
Балластная цистерна Б-6 ЛБ	85,62	32,77	-2,64	0,60	90
Балластная цистерна Б-6А ЛБ	126,90	9,10	-2,78	0,60	146
Балластная цистерна Б-7 ПрБ	85,62	32,77	2,64	0,60	90
Балластная цистерна Б-7А ПрБ	126,90	9,10	2,78	0,60	146
Балластная цистерна Б-8 ЛБ	51,93	38,35	-7,09	4,58	7
Балластная цистерна Б-9 ПрБ	51,93	38,35	7,09	4,58	7
Форпик Б-1	211,55	55,96	0,00	4,58	28

Приложение 3 – Судовой формуляр (пример)

SHIP'S PARTICULARS



SHIP'S NAME:	CALYPSO	IMO Number:	9109512
MMSI:	312 092 000	CALL SIGN:	V3RC7
FLAG:	BELIZE	PORT OF REGISTRY:	BELIZE CITY
OWNER:	CARBOCOAL PTE LTD	141 CECIL STREET #07-05 TUNG ANN ASSOCIATION BUILDING , 069541 SPORE	
TYPE OF SHIP:	BULK CARRIER		
CLASS:	NKK NS*(BC) (ESP) MNS*	ICE CLASS: no	FSR: no
BUILT BY:	SHIKOKU DOCKYARD CO LTD		
BUILT ON:	1995, March 24-th	KEEL LAYING ON:	1994, Oct 25-th
MAIN ENGINE:	Manufacturer: MITSUI MAN B&W Type: SL42MC MCR: 4983 kW, 176 rpm, CCR (85%): kW, rpm.		
AUXILIARY ENGINES:	YANMAR S 185L, 900 RPM, 3 x 540 kW;	380 V, 50 HZ, 3 ph	
CARGO GEAR:	3 x 30 MT SWL	PROVISION CRANE	1,5 SWL
PROPELLER:	4 Blade, DIA 4300, PITCH 2760, NI-AL-BRONZE	BOW THRUSTER	N/A kW
BALLAST PUMPS	1 x 300 m3/hrs		

PRINCIPAL DIMENSIONS (METERS)		LOAD LINE DETAILS:	DRAFT (m)	DW (mt)	DSPL(mt)
L.O.A. (LENGTH OVER ALL):	148,17 M	Fresh Water	9,321	18235	26625
L.B.P. (LENGTH BETWEEN PERP):	135,95 M	Tropical	9,310	18769	23159
B.M. (BREADTH MOULDED):	22,80 M	Summer	9,120	18233	22623
D.E. (DRAUGHT MOULDED):	12,20 M	Winter	8,930	17700	22090
WEIGHT OF LIGHT SHIP:	4390 M	Summer TPC	28,1		
Height MAX(from bottom to Mast top)	37,20	Height MIN (Mast lowered)	N/A		
Height to top of hatch covers	C/H #1 - 14,2 M	DRAFT FULL ALLAST (m):	F / M / A	3,88 m/4,80 m/5,72 m	

GROSS REGISTER TONNAGE	11176	NET REGISTER TONNAGE :	6784
SUEZ CANAL, GRT	11625,75	SUEZ CANAL NRT :	10228,99
PANAMA CANAL (ID:791644) GRT:		PANAMA CANAL NRT :	9407

FULL AHEAD SPEED (continues):	13,5 kn	ECO SPEED (laden / in ballast)	12,0 kn
FUEL CONSUMPTION	Laden 13,5 IFO, 1,4 MGO mt/day In ballast 11,8 IFO, 1,4 MGO mt/day	CONSUMPTION IN PORT	with operations 4,5 IFO+MGO mt/day without operations 2,2 IFO+MGO mt/day
FUEL TYPE(es)			

MAX LOAD (mt / m2) LIMITS ON:	HATCHES :	1,75 mt/m2	CARGO HOLDS CAPACITY (m3)	CARGO HOLDS DIMENSIONS (m)	CARGO HATCHES DIMENSIONS (m)
MAX ALLOWED LOADS ON THE INNER BOTTOM OF CARGO HOLDS (mt)	TANK TOP:	2,70 mt/m2			
	No.1	10,1	4626,40	23,2 x 17,7 x 5,9	16,3 x 12
	No.2	10,1	6169,10	25,4 x 19,6	16,5 x 12
	No.3	10,1	6176,40	25,4 x 19,6	16,5 x 12
	No.4	10,1	6047,80	25,4 x 19,6	16,5 x 12
	No.5	n/a		x	x
	No.6	n/a		x	x
	No.7	n/a		x	x
TOTAL:			22336,60		
CAPACITIES (cub.m.):	BALLAST (INCLUDE B.HOLD) TOTAL:		5179,8 mt		
	HSFO TANKS (100%) TOTAL:		895,00 m3		
	LSGO TANKS (100%) TOTAL:		396,60 m3		
	MDO TANKS (100%) TOTAL:				
	LUB.OIL TANKS TOTAL:		45,60 m3		
	BILGE TANKS TOTAL:		10,50 m3		
	FRESH WATER DRINKING TOTAL:		353,70 mt		
FRESH WATER TECHNICAL:			49,40 mt		
MAX CREW (LSA) 23	Crew Cabins / Crew number		/ 21		
SHIP'S COMMUNICATION	Telex, Inmarsat-C:		431 209 212		
	E-mail address:		calypso@mvmail.com, calypsoprofy@gmail.com		
	Phones:		+37 257 376 373, 773 313 1221		
OPERATORS:	Atlantic Coal & Bulk, London, UK. ops@atcb.com				
MANAGERS:	PROFY Ship Management, Odessa, Ukraine. Phone: +380482325159, info@profyshipmanagement.com				
P&I CLUB :	Lodestar, London, UK.				

ПРИЛОЖЕНИЕ И – Гидростатические элементы судна

d, м	V, м ³	D, т	Xс, м	Zс, м	q, т/см	Xf, м	Zm, м	ZM, м
4.950	7783.6	7978.1	0.200	2.601	17.77	-1.080	7.500	202.75
5.000	7870.5	8067.3	0.186	2.627	17.80	-1.140	7.488	201.50
5.050	7957.7	8156.6	0.170	2.653	17.84	-1.180	7.476	200.32
5.100	8045.0	8246.1	0.155	2.680	17.88	-1.222	7.465	199.18
5.150	8132.5	8335.8	0.140	2.706	17.91	-1.266	7.454	198.09
5.200	8220.2	8425.7	0.124	2.733	17.95	-1.311	7.445	197.04
5.250	8308.1	8515.8	0.108	2.759	17.99	-1.359	7.437	196.04
5.300	8396.1	8606.0	0.092	2.785	18.03	-1.409	7.429	195.08
5.350	8484.4	8696.5	0.076	2.812	18.07	-1.461	7.422	194.16
5.400	8572.8	8787.1	0.060	2.838	18.11	-1.516	7.417	193.30
5.450	8661.4	8878.0	0.043	2.865	18.16	-1.575	7.411	192.51
5.500	8750.3	8969.1	0.026	2.891	18.20	-1.637	7.407	191.76
5.550	8839.3	9060.3	0.009	2.918	18.24	-1.685	7.403	190.90
5.600	8928.6	9151.8	-0.008	2.945	18.28	-1.733	7.399	190.07
5.650	9018.0	9243.5	-0.025	2.971	18.32	-1.784	7.396	189.27
5.700	9107.7	9335.4	-0.043	2.998	18.36	-1.836	7.394	188.51
5.750	9197.5	9427.5	-0.061	3.025	18.41	-1.890	7.392	187.79
5.800	9287.6	9519.8	-0.079	3.051	18.45	-1.946	7.392	187.10
5.850	9377.9	9612.4	-0.097	3.078	18.49	-2.003	7.391	186.44
5.900	9468.4	9705.1	-0.116	3.105	18.54	-2.062	7.392	185.81
5.950	9559.2	9798.1	-0.134	3.132	18.58	-2.123	7.393	185.21
6.000	9650.1	9891.4	-0.154	3.159	18.63	-2.186	7.395	184.65
6.050	9741.3	9984.8	-0.173	3.185	18.68	-2.239	7.396	184.10
6.100	9832.7	10078.5	-0.192	3.212	18.72	-2.289	7.398	183.53
6.150	9924.3	10172.4	-0.212	3.239	18.77	-2.342	7.401	183.00
6.200	10016.1	10266.5	-0.232	3.266	18.81	-2.396	7.405	182.50
6.250	10108.2	10360.9	-0.252	3.293	18.86	-2.452	7.408	182.02
6.300	10200.5	10455.5	-0.272	3.320	18.91	-2.509	7.413	181.57
6.350	10293.0	10550.3	-0.293	3.347	18.96	-2.569	7.418	181.15
6.400	10385.8	10645.4	-0.313	3.374	19.01	-2.630	7.423	180.75
6.450	10478.8	10740.8	-0.334	3.401	19.06	-2.693	7.430	180.39
6.500	10572.1	10836.4	-0.355	3.429	19.11	-2.760	7.436	180.07
6.550	10665.5	10932.2	-0.377	3.456	19.15	-2.803	7.442	179.52
6.600	10759.2	11028.2	-0.398	3.483	19.19	-2.846	7.448	178.99
6.650	10853.1	11124.5	-0.419	3.510	19.24	-2.889	7.454	178.47
6.700	10947.3	11220.9	-0.441	3.537	19.28	-2.932	7.461	177.95
6.750	11041.6	11317.6	-0.462	3.565	19.32	-2.975	7.469	177.44
6.800	11136.1	11414.5	-0.484	3.592	19.37	-3.017	7.477	176.94
6.850	11230.9	11511.7	-0.505	3.619	19.41	-3.060	7.485	176.45

ПРИЛОЖЕНИЕ К – Гидростатические элементы отсеков

Трюм № 1

Уровень от низа отсека, м	Объем, м ³	Координаты центра объема, м		
	V	Xv	Yv	Zv
6.200	1715.58	33.028	0.013	4.343
6.300	1744.71	33.034	0.013	4.395
6.400	1773.87	33.039	0.013	4.446
6.500	1803.06	33.045	0.013	4.498
6.600	1832.27	33.051	0.013	4.549
6.700	1861.52	33.056	0.013	4.601
6.800	1890.79	33.062	0.013	4.652
6.900	1920.08	33.067	0.013	4.704
7.000	1949.38	33.073	0.013	4.755
7.100	1978.72	33.078	0.012	4.807
7.200	2008.07	33.083	0.012	4.858
7.300	2037.44	33.088	0.012	4.910
7.400	2066.83	33.093	0.012	4.961
7.500	2096.25	33.099	0.012	5.013
7.600	2124.95	33.100	0.012	5.063
7.700	2152.04	33.095	0.012	5.111
7.800	2179.12	33.091	0.012	5.158
7.900	2206.21	33.086	0.012	5.206
8.000	2233.29	33.081	0.012	5.253
8.100	2260.38	33.077	0.012	5.301
8.200	2287.46	33.072	0.012	5.348
8.300	2314.54	33.068	0.011	5.396
8.400	2341.63	33.063	0.011	5.444
8.500	2368.71	33.059	0.011	5.492
8.600	2395.80	33.055	0.011	5.540
8.700	2422.88	33.051	0.011	5.588
8.800	2449.97	33.047	0.011	5.636
8.900	2477.05	33.044	0.011	5.684
9.000	2504.13	33.040	0.011	5.732
9.100	2531.22	33.036	0.010	5.780
9.200	2558.30	33.033	0.010	5.828
9.250	2571.85	33.031	0.010	5.852

Трюм № 1А

Уровень от низа отсека, м	Объем, м ³	Координаты центра объема, м		
		Xv	Yv	Zv
5.500	1974.37	7.913	-0.006	3.930
5.600	2010.36	7.913	-0.006	3.980
5.700	2046.35	7.912	-0.006	4.030
5.800	2082.35	7.912	-0.006	4.081
5.900	2118.34	7.911	-0.006	4.131
6.000	2154.33	7.910	-0.006	4.181
6.100	2190.32	7.910	-0.006	4.231
6.200	2226.31	7.909	-0.006	4.281
6.300	2262.30	7.909	-0.007	4.331
6.400	2298.29	7.909	-0.007	4.381
6.500	2334.28	7.908	-0.007	4.431
6.600	2370.27	7.908	-0.007	4.481
6.700	2406.26	7.907	-0.007	4.531
6.800	2442.26	7.907	-0.007	4.582
6.900	2478.25	7.906	-0.007	4.632
7.000	2514.24	7.906	-0.007	4.682
7.100	2550.23	7.906	-0.007	4.732
7.200	2586.22	7.905	-0.007	4.782
7.300	2622.21	7.905	-0.007	4.832
7.400	2658.20	7.904	-0.007	4.882
7.500	2694.19	7.904	-0.007	4.932
7.600	2727.76	7.906	-0.007	4.979
7.700	2755.87	7.915	-0.007	5.018
7.800	2783.97	7.922	-0.007	5.058
7.900	2812.07	7.930	-0.007	5.097
8.000	2840.17	7.938	-0.007	5.137
8.100	2868.27	7.945	-0.007	5.177
8.200	2896.38	7.953	-0.007	5.218
8.300	2924.48	7.960	-0.007	5.258
8.400	2952.58	7.967	-0.007	5.299
8.500	2980.68	7.974	-0.007	5.340
8.600	3008.78	7.981	-0.007	5.381
8.700	3036.89	7.987	-0.007	5.422
8.800	3064.99	7.994	-0.006	5.463
8.900	3093.09	8.000	-0.006	5.505
9.000	3121.19	8.006	-0.006	5.546
9.100	3149.30	8.013	-0.006	5.588
9.200	3177.40	8.019	-0.006	5.630
9.300	3205.50	8.025	-0.006	5.672
9.390	3230.79	8.030	-0.006	5.710

Трюм № 2

Уровень от низа отсека, м	Объем, м ³	Координаты центра объема, м		
	V	Xv	Yv	Zv
5.600	2095.04	-21.434	0.004	3.990
5.700	2133.05	-21.438	0.003	4.040
5.800	2171.07	-21.442	0.003	4.091
5.900	2209.09	-21.445	0.003	4.142
6.000	2247.11	-21.449	0.003	4.192
6.100	2285.13	-21.452	0.003	4.243
6.200	2323.15	-21.455	0.002	4.293
6.300	2361.17	-21.458	0.002	4.344
6.400	2399.19	-21.461	0.002	4.394
6.500	2437.21	-21.464	0.002	4.445
6.600	2475.23	-21.467	0.002	4.495
6.700	2513.25	-21.470	0.002	4.546
6.800	2551.27	-21.473	0.001	4.596
6.900	2589.29	-21.475	0.001	4.646
7.000	2627.31	-21.478	0.001	4.697
7.100	2665.33	-21.480	0.001	4.747
7.200	2703.35	-21.483	0.001	4.798
7.300	2741.37	-21.485	0.001	4.848
7.400	2779.39	-21.487	0.000	4.898
7.500	2817.65	-21.490	0.000	4.949
7.600	2855.59	-21.492	-0.000	4.999
7.700	2891.60	-21.486	-0.001	5.047
7.800	2927.60	-21.480	-0.001	5.095
7.900	2963.61	-21.474	-0.001	5.143
8.000	2999.61	-21.468	-0.001	5.190
8.100	3035.61	-21.463	-0.002	5.238
8.200	3071.62	-21.457	-0.002	5.286
8.300	3107.62	-21.452	-0.002	5.334
8.400	3143.63	-21.447	-0.002	5.382
8.500	3179.63	-21.442	-0.002	5.430
8.600	3215.63	-21.437	-0.003	5.479
8.700	3251.64	-21.432	-0.003	5.527
8.800	3287.64	-21.427	-0.003	5.575
8.900	3323.64	-21.422	-0.003	5.623
9.000	3359.65	-21.418	-0.003	5.672
9.100	3395.65	-21.413	-0.003	5.720
9.200	3431.66	-21.409	-0.004	5.768
9.300	3467.66	-21.404	-0.004	5.817
9.320	3474.86	-21.404	-0.004	5.826

ПРИЛОЖЕНИЕ Л – ПАНТОКАРЕННЫ

Плотность воды 1,025 т/м³

Угол крена, град.	В о д о и з м е щ е н и е, т								
	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000	12000
	Плечи остойчивости формы l_p , м								
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0,858	0,764	0,708	0,674	0,655	0,647	0,646	0,650	0,658
10	1,725	1,534	1,421	1,353	1,316	1,299	1,296	1,304	1,321
15	2,595	2,316	2,147	2,045	1,988	1,961	1,957	1,960	1,930
20	3,410	3,105	2,891	2,757	2,679	2,641	2,604	2,549	2,505
25	4,100	3,842	3,640	3,491	3,388	3,284	3,190	3,123	3,080
30	4,674	4,490	4,339	4,195	4,024	3,879	3,773	3,705	3,665
40	5,608	5,489	5,343	5,205	5,104	5,019	4,930	4,821	4,700
50	6,152	6,070	6,012	5,975	5,914	5,828	5,719	5,592	5,453
60	6,418	6,456	6,460	6,410	6,332	6,239	6,137	6,027	5,909
70	6,507	6,564	6,552	6,502	6,433	6,354	6,273	6,192	6,108
80	6,328	6,357	6,346	6,315	6,273	6,224	6,174	6,127	6,081

ПРИЛОЖЕНИЕ М – Данные по площади и координатам центра парусности

Водоизмещение, м ³	С палубным грузом	
	Без обледенения	
	A_v , м ²	Z_v , м
6412,4	1560,6	7,23
7265,2	1500,9	7,01
8132,5	1441,2	6,79
9018,0	1381,5	6,57
9924,3	1321,8	6,36
10853,1	1262,1	6,14
11803,8	1142,7	5,94
12774,4	1083,0	5,73

ПРИЛОЖЕНИЕ Н – Таблицы для расчета амплитуды качки и ветрового давления

Таблица 1 – Давление ветра P_v , Па

Район плавания судна	Предполагаемое давление ветра p_v , Па	Значения m
Неограниченный	504	0,5
Ограниченный R1	353	0,5
Ограниченный R2	252	0,52
Ограниченный R2-RSN	252	0,52
Ограниченный R2-RSN(4,5)	166	0,54
Ограниченный R3-RSN	119	0,55

Таблица 2 – Множитель S

Район плавания судна	T, с									
	≤ 5	6	7	8	10	12	14	16	18	≥ 20
Неограниченный	0,100	0,100	0,098	0,093	0,079	0,065	0,053	0,044	0,038	0,035
Ограниченный R1, R2, R2-RSN, R2-RSN(4,5), R3-RSN	0,100	0,093	0,083	0,073	0,053	0,040	0,035	0,035	0,035	0,035

Таблица 3 – Множитель X1

B/d	$\leq 2,4$	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,5	3,6	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	$\geq 6,5$
X_1	1,00	0,96	0,93	0,90	0,86	0,82	0,80	0,79	0,78	0,76	0,72	0,68	0,64	0,62

Таблица 4 – Множитель X2

C_g	$\leq 0,45$	0,50	0,55	0,60	0,65	$\geq 0,70$
X_2	0,75	0,82	0,89	0,95	0,97	1,00

Таблица 5 – Коэффициент k

$A_k/L_{w/B}$, %	0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	$\geq 4,0$
k	1,00	0,98	0,95	0,88	0,79	0,74	0,72	0,70

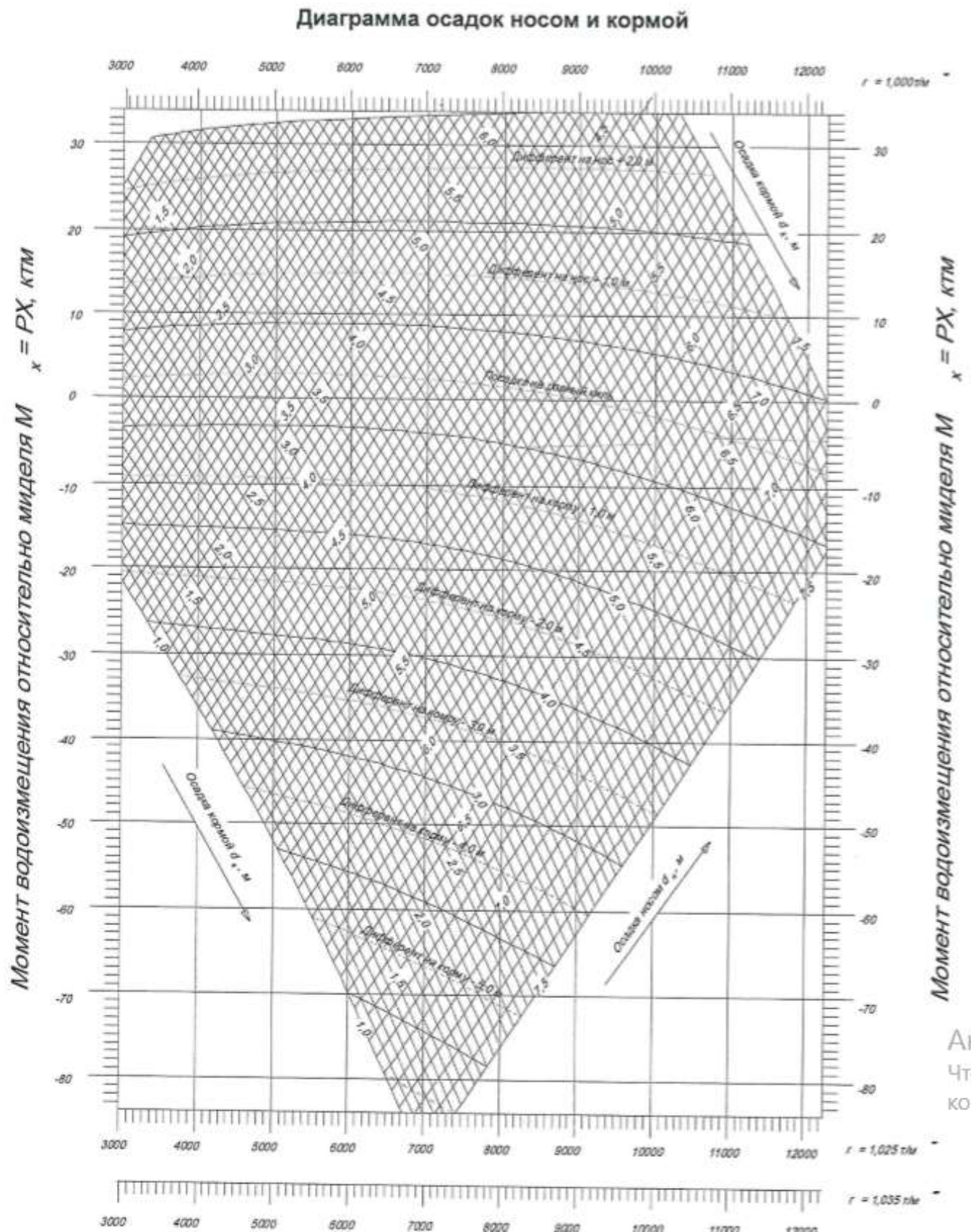
Таблица 6 – Коэффициент

Коэффициент k_0									
B/d	$\leq 2,5$	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	$\geq 6,5$
k_0	1,0	1,08	1,11	1,11	1,20	1,30	1,45	1,56	1,61

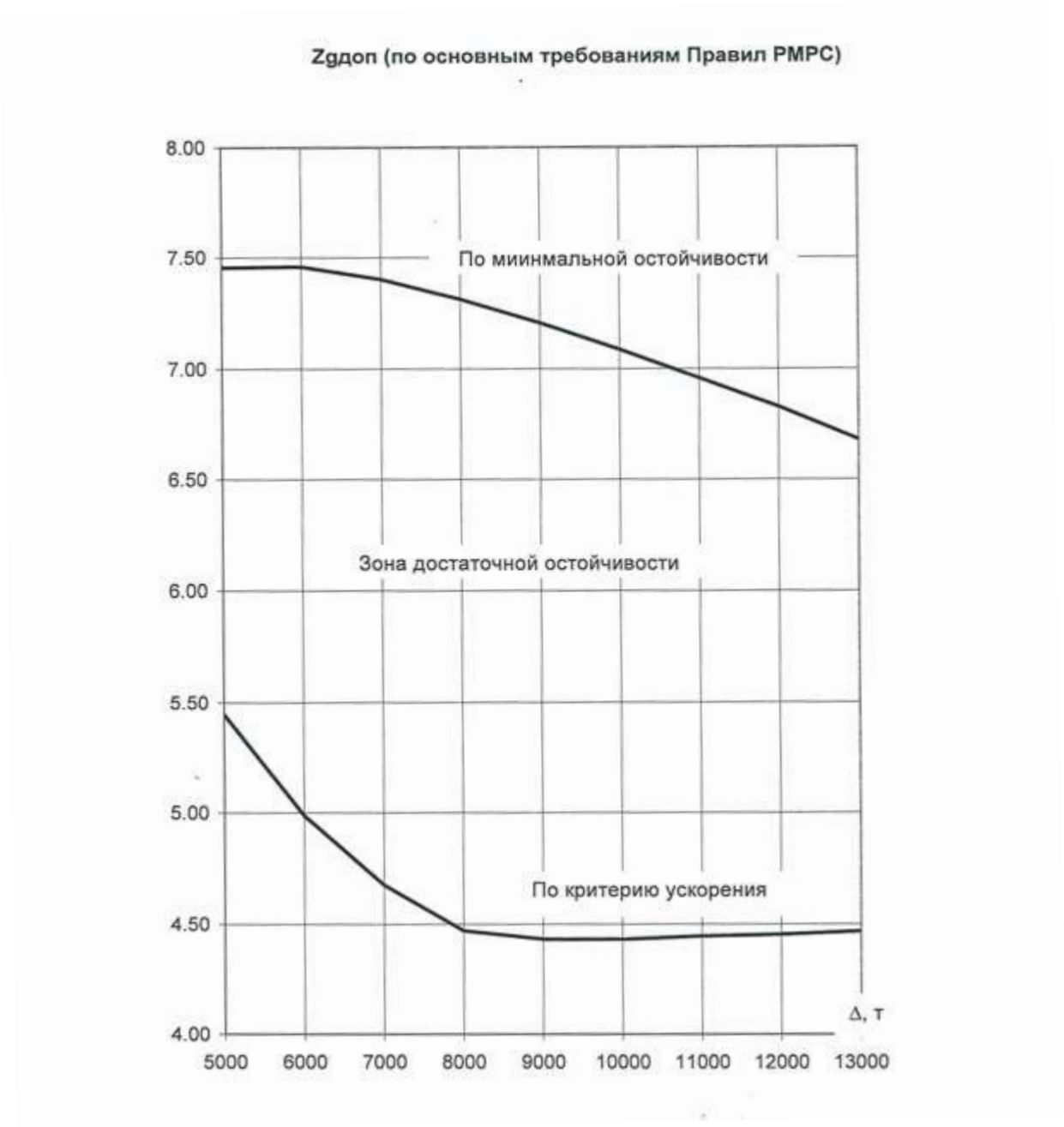
Таблицы и формулы, используемые при расчете амплитуды качки, получены применительно к судам со следующими характеристиками:

$$B/d \leq 6,5; \quad 0,7 < Zg/d < 1,5; \quad T \leq 20 \text{ с}$$

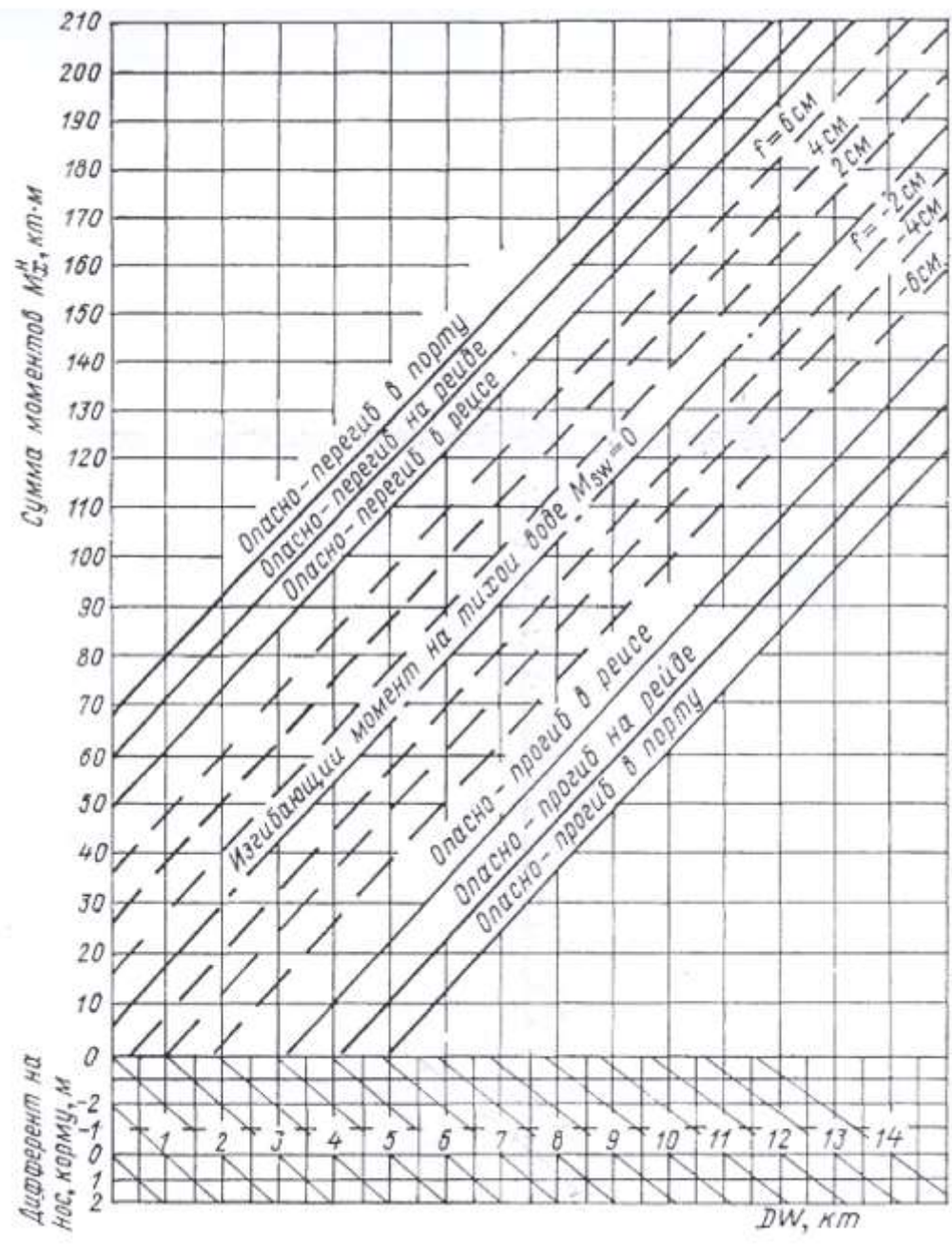
ПРИЛОЖЕНИЕ О – Диаграмма осадок носом и кормой



ПРИЛОЖЕНИЕ П – Допустимая аппликата ЦТ судна Z_{гдоп}



ПРИЛОЖЕНИЕ Р – Диаграмма контроля продольной прочности



ПРИЛОЖЕНИЕ С – Плотность морской воды в морях

Море	Плотность, т/м ³	
	летом	зимой
Азовское	1,003	1,008
Балтийское	1,010	1,012
Баренцево	1,027	1,028
Белое	1,018	1,020
Берингово	1,023	–
Каспийское	1,005	1,010
Охотское	1,025	–
Северное	1,025–1,027	–
Средиземное	1,027	1,031
Черное	1,011	1,013

СОСТАВЛЕНИЕ ГРУЗОВОГО ПЛАНА СУДНА

Методические указания

Составители: **Захаров** Валерий Вадимович,
Подпорин Сергей Анатольевич

В авторской редакции

Изд. № 212/2021. Объем 2,75 п.л. Усл. печ. л. 2,56. Уч.-изд. л. 2,695.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»