

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ

Методические указания по выполнению практических работ
для студентов специальности 180403.65
очной формы обучения

Владивосток
2014

УДК 629.12.073
ББК 39.42
С 178

Утверждено редакционно-издательским советом Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета

Автор – С. В. Самсонов, канд. техн. наук, доцент кафедры управления судном

Рецензент – И.С. Карпушин, канд. техн. наук, канд. техн. наук, доцент кафедры управления судном

ВВЕДЕНИЕ

Перевозка грузов на транспортном судне предполагает решение экипажем судна множества задач, таких как выбор оптимального маршрута, прием необходимых запасов, подготовка грузовых помещений, сепарационных и крепежных материалов, прием и размещение, учитывающее свойства грузов и порядок выгрузки и обеспечивающее оптимальное положение центра масс судна, сепарирование и крепление груза, обеспечение надлежащих температурных и вентиляционных условий в грузовых помещениях, корректирование маршрута в случае чрезвычайных гидрометеорологических условий, сдача груза. Для решения этих задач необходимо знание эксплуатационных характеристик судна, транспортных характеристик и свойств грузов.

В представленной работе будущим судоводителям предлагается решить следующие задачи:

- определить необходимое для выполнения рейса количество запасов и распределить запасы по танкам;
- рассчитать грузоподъемность судна в рейсе с учетом действующей грузовой марки;
- проанализировать свойства предложенных к перевозке грузов и составить таблицу их совместимости;
- составить несколько вариантов (не менее трех) грузового плана, оценить их качество и выбрать наилучший;
- составить таблицы нагрузок («на отход» и «на приход») и выполнить необходимые расчеты;
- проверить грузовой план и сделать соответствующий вывод.

Направление рейса (из Владивостока или во Владивосток) определяется по номенклатуре заданных к перевозке грузов. Необходимые сведения о параметрах задания, грузах и судне приводится в Приложении.

Каждая выполненная практическая работа представляется студентом преподавателю для защиты. Студент, имеющий невыполненную или незащищенную работу, к экзамену не допускается.

1 Расчет судовых запасов на рейс

В состав судовых запасов входят тяжелое и дизельное топливо, смазочное масло и пресная вода. Запасы принимаемые в специальные танки, характеристики которых приведены в Приложении.

Количество каждого вида запасов на рейс рассчитывается как произведение суточной нормы расхода на длительность рейса в сутках плюс 10% штормового запаса. Суточные нормы расхода каждого вида запасов определяются судовладельцем.

При отсутствии норм, количество запасов определяется пропорционально количеству запасов на рейс определенной дальности, приведенных в типовых случаях загрузки Информации об остойчивости. Последний вариант используется в данной работе.

В данной практической работе необходимо рассчитать количество каждого вида запасов на рейс и распределить запасы по танкам.

1.1 Расчет количества запасов на заданный рейс

Для расчета судовых запасов на рейс дальностью D миль используется таблица "Расположение судовых запасов на 5000 миль" из Типовых случаев нагрузки Информации об остойчивости ([1], с. 14 – 15), Приложение Г. Приведенные в таблице запасы «на отход» включают в себя 10 % «штормового запаса».

Количество каждого вида запасов рассчитывается пропорционально заданной дальности рейса D , определяемой варианту задания, приведенному в Приложении А :

$$\begin{aligned} \text{- тяжелое топливо} \quad P_{ТТ} &= \frac{P_{ТТ5000} D}{5000} ; \\ \text{- дизельное топливо} \quad P_{ДТ} &= \frac{P_{ДТ5000} D}{5000} ; \\ \text{- смазочное масло} \quad P_{М} &= \frac{P_{М5000} D}{5000} ; \\ \text{- пресная вода} \quad P_{ПВ} &= \frac{P_{ПВ5000} D}{5000} ; \\ \text{- грязная вода} \quad P_{ГВ} &= \frac{P_{ГВ5000} D}{5000} , \end{aligned}$$

где P с индексом 5000 - соответствующее количество запасов на 5000 миль выбираются из таблицы запасов «на отход» или «на приход» Приложения Г.

Результаты расчетов вносятся в таблицу 1.

Таблица 1

Количество запасов на рейс дальности Д

Вид запаса	Отход		Приход	
	5000	Д	5000	Д
Тяжелое топливо				
Дизельное топливо				
Смазочное масло				
Пресная вода				
Грязная вода				
Всего:				

1.2 Распределение запасов по танкам

Данные по судовым танкам, необходимые для распределения запасов, приведены в Приложении Д ([1], с. 72 – 74).

При распределении судовых запасов по танкам необходимо учитывать следующее:

- каждый вид запасов размещается в танках, предназначенных именно для этих запасов (тяжелое топливо - в танках для тяжелого топлива, пресная вода в танках для пресной воды и т.д.);
- в первую очередь заполняются расходные танки (для пресной воды – танки питьевой воды), затем - отстойные и последними - остальные;
- смазочные масла принимаются в первую очередь в чистые танки (танки сепарированного, цилиндрического и запасного масла), «на приход» часть смазочного масла останется чистым (10 % от количества «на отход» и останется в чистой цистерне, остальное – в цистернах отработанного масла, сточного и т.п.);
- грязная вода и «на отход», и «на приход» переносится из типового случая, поскольку ее количество от дальности рейса не зависит;
- по каждому виду запасов неполным может быть только один танк;
- для частично заполненного танка аппликата его центра тяжести Z берется как для полностью заполненного, а вносимая при этом в величину M_z погрешность идет в запас остойчивости.

Оформляется расчет запасов в виде двух таблиц – «Запасы на отход» и «Запасы на приход» по образцу типового случая. Необходимые данные приводятся в Информации об остойчивости (Приложение Д).

В таблице запасов в первый столбец вносятся номера танков; во второй – масса запаса в танке; в третий – аппликата Z (возвышение над основной плоскостью) центра масс запаса в танке; в пятый - абсцисса X (отстояние от мидель-шпангоута) центра масс запаса в танке; в седьмой – поправку на свободную поверхность.

Для частично заполненных танков абсциссы и аппликаты принимаются, как для полных.

Поскольку танки каждого вида запасов распрессовываются последовательно, поправки на свободную поверхность учитываются следующим образом: для тяжелого и дизельного топлива выбирается по одной наибольшей поправке из всех используемых цистерн, для пресной воды – по одной наибольшей поправке из используемых танков питьевой, мытьевой и котельной воды.

В четвертый столбец таблицы вносятся статические моменты танка относительно основной плоскости – произведение массы запаса в танке на его аппликату, в шестой – статические моменты танка относительно мидель-шпангоута – произведение массы запаса на абсциссу.

Сумма масс (сумма чисел столбца 2) – масса запасов, сумма статических моментов танков относительно основной плоскости (сумма чисел столбца 4) – статический момент запасов относительно основной плоскости, сумма статических моментов танков относительно мидель-шпангоута (сумма чисел столбца 6) – статический момент запасов относительно мидель-шпангоута. Определяется так же сумма поправок на свободную поверхность (сумма чисел столбца 7).

Контрольные вопросы

- 1) Состав судовых запасов.
- 2) Принципы расчета количества запасов на рейс.
- 3) Что означает «штормовой запас»?
- 4) Порядок заполнения топливных цистерн.
- 5) Расчет статического момента цистерны относительно основной плоскости.
- 6) Расчет статического момента цистерны относительно плоскости мидель-шпангоута.
- 7) Расчет статического момента запасов относительно основной плоскости.
- 8) Расчет статического момента запасов относительно мидель-шпангоута.
- 9) Расчет суммы поправок на свободную поверхность запасов.

2 Расчет чистой грузоподъемности судна

Грузоподъемность $P_{гр.р.}$ определяется из уравнения масс

$$\Delta_{ГМ} = \Delta_n + P_{эк} + P_z + P_{гр.р.},$$

из которого следует

$$P_{гр.р.} = \Delta_{ГМ} - \Delta_n - P_{эк} - P_z,$$

где $\Delta_{ГМ}$ - водоизмещение судна по действующую грузовую марку; Δ_n - водоизмещение судна порожнем; $P_{эк}$ - масса экипажа, провизии и снабжения; P_z - количество запасов, необходимых для выполнения рейса (масса запасов «на отход»).

Грузовая марка – специальный знак, наносимый на борта судна в районе мидель-шпангоута с целью обеспечения минимально необходимого надводного борта путем ограничения осадки. Зоны и сроки действия сезонной грузовой марки приведены в Правилах Регистра [2].

Осадка, водоизмещение и дедвейт по летнюю грузовую марку приводятся в Основных характеристиках судна. Водоизмещение по зимнюю или тропическую грузовую марку определяется по соответствующей осадке при помощи грузовой шкалы, грузового размера или гидростатических элементов. Осадка по зимнюю грузовую марку меньше осадки по летнюю на 1/48 последней, а осадка по тропическую марку больше на 1/48, т.е.

$$d_z = \frac{47}{48} d_n, \quad d_m = \frac{49}{48} d_n.$$

Водоизмещение судна порожнем Δ_n и масса $P_{эк}$ экипажа приведены в Информации об остойчивости в таблице нагрузки типового случая (Приложение Г).

В данной работе действующей грузовой маркой является зимняя.

Для определения водоизмещения по действующую грузовую марку используется таблица «Гидростатические элементы», Приложение И.

Контрольные вопросы

- 1) Определение чистой грузоподъемности судна в рейсе.
- 2) Определение максимального водоизмещения судна в рейсе.
- 3) Понятие грузовой марки.
- 4) Использование интерполяции при определении параметров плавучести и остойчивости.
- 5) Дедвейт судна.
- 6) Понятие «судно порожнем».

3 Анализ свойств и совмести грузов

Предложенные к перевозке грузы приведены в Приложении А, удельный погрузочный объем и тип упаковки – в Приложении Б. Все грузы относятся к генеральным (тарно-штучным). Некоторые грузы требуют поддержания особого температурного режима.

Анализ каждого груза должен содержать следующее:

1) Количество данного груза, которое может принять судно при условии, что этот груз единственный. Исходными данными для решения этой задачи являются удельный погрузочный объем μ , равный объему грузового помещения, необходимому для размещения одной тонны груза, суммарная вместимость грузовых помещений $W_{тр}$, приведенная в приложении Е и чистая грузоподъемность $P_{гр.р.}$.

Если трюма полностью заполнить данным грузом, то масса груза в трюмах определится выражением $P_{гр\ тр} = W_{тр} / \mu$.

Если масса груза в трюмах не больше грузоподъемности ($P_{гр\ тр} \leq P_{гр.р.}$), то груз считается легким и судно может принять такой груз массой $P_{гр} = P_{гр\ тр}$.

Если масса груза в трюмах больше грузоподъемности ($P_{гр\ тр} > P_{гр.р.}$), то груз считается тяжелым и судно может принять такой груз массой, равной грузоподъемности $P_{гр} = P_{гр.р.}$, а объем трюмов занятый грузом определится выражением $W_{гр} = P_{гр} * \mu$.

Определить, легкий или тяжелый груз принимается на судно, можно рассчитав удельную грузовместимость $\omega = P_{гр.р.} / W_{тр}$ - отношение грузоподъемности к вместимости трюмов. Груз с удельным погрузочным объемом больше удельной грузовместимости – легкий груз, если удельный погрузочный объем меньше удельной грузовместимости, то груз – тяжелый.

2) Предполагаемый температурный режим перевозки.

3) Предполагаемые физико-химические свойства:

- пищевые продукты или непищевые грузы;
- гигроскопические, способные воспринимать влагу из окружающей среды и легко ее отдавать;
- самонагревающиеся и самовозгорающиеся;
- ядовитые и выделяющие вредные газы;
- огнеопасные;
- взрывчатые;
- слеживающиеся, смерзающиеся и спекающиеся;
- издающие специфические запахи;
- воспринимающие специфические запахи;
- пылящие.

4) оценить транспортную упаковку груза по принципу : жесткая, полужесткая, мягкая, без упаковки.

5) Составить таблицу совместимости грузов, оценив совместимость в баллах:

- 1 – совместная перевозка на одном судне запрещена;
- 2- «через отсек от ...» - грузы должны быть разделены двумя водонепроницаемыми переборками;
- 3 – «в соседнем отсеке от ...»;
- 4 – «в одном отсеке, но в разных помещениях»;
- 5 – «в одном помещении при условии разделения нейтральным грузом»;
- 6 – «в одном помещении, но с сепарацией»;
- 7 – «совместное размещение допускается без ограничений».

Контрольные вопросы

- 1) Удельный погрузочный объем груза;
- 2) Удельная грузовместимость судна;
- 3) Определение массы груза, заполняющего трюма полностью;
- 4) Тяжелый и легкий грузы;
- 5) Физико-химические свойства груза;
- 6) Принципы совместимости груза;
- 7) Типы тары.

4 Составление грузового плана

Грузовым планом называют схему расположения грузов на судне с указанием наименования и массы груза в каждом грузовом помещении. Пример грузового плана представлен в Приложении Г.

Исходными данными для составления грузового плана являются грузоподъемность судна в данном рейсе, вместимость грузовых помещений и характеристики принимаемых к перевозке грузов.

Грузовые помещения заполняются полностью. Каждое грузовое помещение заполняется одним грузом.

Составляется несколько вариантов грузового плана. Оценка грузового плана производится по проценту использования грузоподъемности. В качестве исполнительного выбирается грузовой план с максимальным использованием грузоподъемности.

5 Заполнение таблиц нагрузки

В качестве примера рассмотрим таблицу нагрузок, представленную в Приложении Г.

В верхней части таблицы нагрузок (до строки «Водоизмещение», включительно) рассчитывается водоизмещение и координаты центра масс судна.

Рассмотрим этот расчет.

В первый столбец вносятся наименования составляющих водоизмещения (статей нагрузок), во второй – массы статей, в третий – аппликаты центра масс статей, в четвертый – статический момент статей относительно основной плоскости, в пятый – абсциссы центра масс статей, в шестой – статический момент статей относительно мидель-шпангоута. Статические моменты запасов и грузов вычисляются заранее.

В первую строку таблицы вносятся данные порожнего судна, приводимые в Информации об остойчивости. Во вторую – данные экипажа, провизии и снабжения, также приводимые в Информации (в некоторых случаях эти данные отсутствуют, поскольку включаются в порожнее судно).

Далее в соответствующие строки вносятся массы и статические моменты запасов, груза и жидкого балласта (если балласт принят).

Водоизмещение судна Δ определяется как сумма масс статей нагрузки, статический момент водоизмещения относительно основной плоскости M_z – сумма статических моментов статей относительно основной плоскости, статический момент водоизмещения относительно мидель-шпангоута M_x – сумма статических моментов статей относительно мидель-шпангоута.

Координаты центра масс судна – аппликата z_g и абсцисса x_g рассчитываются

$$z_g = \frac{M_z}{\Delta}; \quad x_g = \frac{M_x}{\Delta}.$$

Рассчитанные значения водоизмещения, статических моментов водоизмещения и координат центра масс судна вносятся в соответствующие ячейки строки «Водоизмещение».

В нижней части таблицы производится расчет параметров остойчивости и посадки.

К M_z прибавляется сумма поправок на свободную поверхность $\Sigma \delta M_z$, получается расчетный статический момент водоизмещения относительно основной плоскости (исправленный поправками на свободную поверхность) $M_{z \text{ расч}} = M_z + \Sigma \delta M_z$; $M_{z \text{ расч}}$ делится на водоизмещение, получается расчетное (исправленное) возвышение центра масс над основной плоскостью $z_{g \text{ расч}} = M_{z \text{ расч}} / \Delta$; из таблицы допустимых возвышений центра массы судна, Приложение К, по значению водоизмещения из столбца «по аварийной остойчивости» выбирается $z_{g \text{ доп}}$. Столбец «по аварийной остойчивости» используется потому, что в символе класса судна имеется [1], означающая конструктивное обеспечение непотопляемости при затоплении 1 любого отсека. При выборке $z_{g \text{ доп}}$ необходимо учитывать дифферент, рассчитываемый далее, поэтому рекомендуется по завершению расчета водоизмещения сразу из таблицы гидростатических элементов (Приложение И) выбрать значения осадки по грузовому размеру d , абсциссу центра величины x_c , абсциссу центра тяжести площади ватерлинии x_t , момент, дифференцирующий на 1м M_{1M} и возвышение метacentра над основной плоскостью z_m .

Если $Z_{g \text{ расч}} \leq Z_{g \text{ доп}}$, то остойчивость судна по общим требованиям и обеспечена и расчет продолжается. Если указанное условие не выполняется, то необходимо провести мероприятия по увеличению остойчивости.

Остойчивость увеличивается при понижении центра масс судна.

Если перевозятся несколько разных грузов, то необходимо более тяжелые грузы переместить в нижние грузовые помещения и провести новый расчет. Если указанное условие по-прежнему не выполняется, то необходимо принять балласт в танки двойного дна.

Балластные танки двойного дна парные, поэтому балласт принимается в каждую пару последовательно, и танки заполняются полностью. Вначале балласт принимается в танки 1.4 и 1.5. Рассчитывается новые значения $\Delta_1 = \Delta + P_{1.4+1.5}$, $M_{z \text{ расч1}} = M_{z \text{ расч}} + P_{1.4} Z_{1.4} + P_{1.5} Z_{1.5}$, $Z_{g \text{ расч1}} = M_{z \text{ расч1}} / \Delta_1$; по Δ_1 определяется $Z_{g \text{ доп1}}$ и проверяется условие $Z_{g \text{ расч1}} \leq Z_{g \text{ доп1}}$. Если условие не выполняется, то последовательно балластируются танки 1.6, 1.7 и 1.8, 1.9. После выполнения условий заполняется таблица балласта и производится корректировка таблицы нагрузок.

Далее рассчитывается метацентрическая высота без поправки $h_0 = Z_m - Z_g$, поправка на свободные поверхности $\delta h = \Sigma \delta M_z / \Delta$ и исправленная метацентрическая высота $h = h_0 - \delta h$.

Последними рассчитываются параметры посадки:

$$D_f = \frac{\Delta(x_g - x_c)}{M_{1M}};$$

$$d_n = d + \left(\frac{L}{2} - x_f\right) \frac{D_f}{L};$$

$$d_k = d - \left(\frac{L}{2} + x_f\right) \frac{D_f}{L},$$

$$d_{cp} = \frac{d_n + d_k}{2},$$

где $L = 142$ м – длина между перпендикулярами.

Правильность расчета посадки можно оценить по величине дифферента $D_f = d_n - d_k$. Разница значений дифферента, определенных по продольному моменту и по осадкам не должна превышать $0,01$ м.

Контрольные вопросы

- 1) Расчет водоизмещения.
- 2) Расчет статического момента водоизмещения относительно основной плоскости.
- 3) Расчет статического момента водоизмещения относительно плоскости мидель-шпангоута.
- 4) Расчет аппликаты центра масс судна.

- 5) Расчет абсциссы центра масс судна.
- 6) Определение расчетного возвышения центра масс судна над основной плоскостью.
- 7) Расчет метацентрической высоты без поправки.
- 8) Расчет поправки метацентрической высоты на свободную поверхность.
- 9) Расчет дифферента.
- 10) Расчет осадок.

6 Проверка грузового плана

Для того, чтобы принять грузовой план к исполнению, необходимо произвести проверку остойчивости, посадки и прочности судна. Проверка грузового плана производится не только «на отход», но и «на приход», поскольку расходование в рейсе судовых запасов приводит к изменению положения центра масс судна.

6.1 Проверка посадки

В Информации об остойчивости в разделе “Ограничения и рекомендации капитану” ([1], с. 58 – 64) указываются следующие ограничения по посадке:

- загрузка и бункеровка судна должна производиться всегда так, чтобы крен отсутствовал, а дифферент был на корму;
- средняя осадка в морской воде не должна превышать 8,31 м (осадку по летнюю грузовую марку);
- при плавании в ледовых условиях средняя осадка не должна превышать 8,0 м (из условия расположения ледового пояса корпуса судна) (в данной работе этот пункт игнорируется);
- чтобы избежать ударов носовой части днища о воду (слемминга), рекомендуется иметь осадку носом не менее 3,4 м;
- для обеспечения наименьшей потери скорости на волнении и предотвращения перегрузки двигателя из-за недостаточного погружения гребного винта, рекомендуется иметь осадку кормой не менее 5,7 м;
- для обеспечения требований к аварийной посадке судна осадка кормой не должна превышать 9,8 м.

Рассчитанные значения дифферента, осадок носом и кормой сравниваются с вышеприведенными ограничениями. Средняя осадка сравнивается с рассчитанным значением осадки по зимнюю грузовую марку. По результатам сравнения делаются соответствующие выводы.

6.2 Проверка остойчивости судна

Остойчивость судна считается обеспеченной, если выполняются общие и дополнительные требования к остойчивости, приведенные в

Правилах Морского Регистра Судоходства [2] (Глава 4 «Остойчивость»).

Общие требования к остойчивости (для судов, киль которых заложен до 01.07.02 г.)

1) **Критерий погоды K** , выражающий отношение плеча опрокидывающего момента l_c к плечу кренящего момента от шквала l_v должен быть не менее 1,0

$$K = \frac{l_c}{l_v} \geq 1,0;$$

2) **Начальная метацентрическая высота** с поправкой на влияние свободной поверхности жидкостей в танках должна быть не менее 0,15 м

$$h \geq 0,15 \text{ м};$$

3) **Максимальное плечо диаграммы статической остойчивости** должно быть не менее 0,20 м

$$l_{\max} \geq 0,20 \text{ м};$$

4) **Угол максимума диаграммы статической остойчивости** должен быть больше 30°

$$\theta_m > 30^\circ;$$

5) **Угол заката диаграммы статической остойчивости** должен быть не менее 60°

$$\theta_v \geq 60^\circ \text{ (без обледенения),}$$

$$\theta_v \geq 55^\circ \text{ (с обледенением).}$$

Остойчивость судна по общим требованиям считается обеспеченной, если выполняется условие $Z_{g \text{ расч}} \leq Z_{g \text{ доп}}$.

Дополнительное требование

(как для судна, имеющего отношение ширины к осадке больше 2,5)

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

$$K^* = 0,3/\alpha_{\text{расч}} \geq 1,0.$$

Расчетные параметры остойчивости должны быть не менее требуемых в течение всего рейса.

Таким образом, остойчивость судна считается обеспеченной, если выполняются условия $Z_{g \text{ расч}} \leq Z_{g \text{ доп}}$ и $K^ \geq 1,0$.*

Порядок проверки остойчивости по общим требованиям приведен в разделе «Заполнение таблицы нагрузок».

Для проверки остойчивости по *дополнительному требованию* необходимо произвести расчет критерия ускорения K^* .

Величина расчетного значения ускорения определяется по формуле

$$\alpha_{расч} = 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot B \cdot m^2 \cdot \theta,$$

где B – ширина судна; θ – амплитуда качки в градусах, определяется по диаграмме “Амплитуда бортовой качки”, Приложение Н ([1], с. 81);

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{h_0}} \text{ - нормируемая частота собственных колебаний судна;}$$

h_0 – метacentрическая высота без поправок (рассчитана в таблице нагрузок);

m_0 – коэффициент, определяемый по Приложению М в зависимости от $\frac{hB}{z_g \sqrt[3]{\nabla}}$; ∇ – объемное водоизмещение судна ($\nabla = \frac{\Delta}{\rho}$, $\rho = 1,025 \text{ т/м}^3$

– плотность забортной воды).

6.3 Проверка прочности

Проверяется местная и общая продольная прочность.

Местная прочность проверяется по величине удельной нагрузки на палубу в каждом грузовом помещении.

Удельная нагрузка на палубу q определяется выражением

$$q = \frac{h_{гр}}{\mu},$$

где $h_{гр}$ – высота штабеля груза в грузовом помещении; μ – удельный погрузочный объем груза.

Рассчитанная удельная нагрузка сравнивается с допустимой, приведенной в Приложении Ж.

Общая прочность проверяется по диаграмме контроля общей продольной прочности.

Общая прочность проверяется по предельным напряжениям, возникающим при продольном изгибе корпуса судна.

Достаточность продольной прочности корпуса судна проверяется сравнением расчетного момента от сил дедвейта M_{DW} с допустимым моментом. Величина M_{DW} определяется как половина суммы моментов масс, составляющих дедвейт

$$M_{DW} = \frac{\sum (P_i |x_i|)}{2},$$

где P_i , $|x_i|$ – масса и абсолютная величина абсциссы i -той статьи дедвейта, соответственно. Таким образом, для определения M_{DW} необхо-

димо сложить построчно, игнорируя знак, статические моменты относительно мидель-шпангоута в таблицах запасов, грузов и балласта, а также экипажа, провизии и снабжения из таблицы нагрузок и разделить на 2.

В Приложении Р представлена Диаграмма контроля общей прочности. На оси абсцисс диаграммы откладывается величина водоизмещения судна; полученная точка сносится вниз параллельно линиям Диаграммы до уровня, соответствующего дифференту судна; через полученную точку проводится линия, перпендикулярная к горизонтальной оси Диаграммы до уровня, соответствующего расчетному значению момента дефвейта. Если полученная точка находится между линиями “Опасно – перегиб в рейсе” и “Опасно – прогиб в рейсе”, то общая продольная прочность при данном состоянии нагрузки обеспечена. Если нет – у судна опасный прогиб или перегиб корпуса и необходимо перераспределить запасы или груз.

6.4 Корректирование грузового плана

Выполнив комплексную оценку параметров исходного грузового плана по посадке, остойчивости и прочности, намечают мероприятия по его исправлению.

Если рекомендации по размещению груза в грузовых помещениях были учтены, то местная прочность будет обеспечена.

Принятие балласта в носовые балластные танки позволяет увеличить осадку носом, уменьшить осадку кормой и уменьшить возвышение центра масс судна, однако при этом необходимо откорректировать расчет водоизмещения и координат центра масс судна.

Если трюма заполнены грузом равномерно, то общая продольная прочность обеспечивается автоматически.

После перераспределения грузов и запасов и принятия балласта производится расчет новой посадки и ее проверка, а также проверка остойчивости и прочности. Пересчеты проводятся до тех пор, пока грузовой план не будет удовлетворять всем указанным требованиям.

Контрольные вопросы

- 1) Ограничение максимальной средней осадки.
- 2) Требование к крену судна и принципы обеспечения этих требований.
- 3) Обеспечение остойчивости судна.
- 4) Проверка обеспечения общих требований к остойчивости.
- 5) Проверка обеспечения дополнительных требований к остойчивости.
- 6) Проверка местной прочности.
- 7) Проверка общей продольной прочности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Т/х "Олюторский залив". Информация об остойчивости судна. Владивосток.: ПКБ АО "ДВМП", 1997.- 98с.
- 2 Правила классификации и постройки морских судов. Российский Морской Регистр Судоходства.- С.Пб., 2003.- 493 с.
- 3 Таблица морских расстояний. УН ГС ВМФ.- Л., 1958.- 225 с.
- 4 Самсонов С.В. Остойчивость судна.- Владивосток.: Дальрыбвтуз, 2008.- 80 с.
- 5 Снопков В.И. Технология перевозки грузов морем.- С.Петербург: АНО НПО «Мир и Семья», 2001 г. -560 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

№	Порт назначения	Д М.м.	Перевозимый груз
1	Петропавловск	1323	Рыба охл. и сол, канат, кожа, пром.обор.
2	Сингапур	3023	Рыба сол., хлопок, джут, канат, мука
3	Нагаева	1412	Мясо, сахар, цитрусовые, чай, кофе
4	Сидней	5751	Масло ж., цитрус., мясо, шерсть, фрукты с.
5	Рангун	4140	Консервы, каучук, канат, кофе, чай
6	Окленд	5569	Д. птица, масло ж., сахар, цитрусовые, мясо
7	Охотск	1376	Сахар, мука, мясо, консервы, фрукты с.
8	Литтлтон	5938	Фрукты с., яблоки, д. птица, сахар, мясо
9	Анадырь	2345	Цитрусовые, сахар, чай, кофе, мука
10	Ванкувер	4132	Бумага, пр. оборуд., краска, канат, кожа
11	Эгвекинот	2407	Мука, сахар, чай, яблоки, консервы
12	Манила	1904	Горох, канат, каучук, сахар, цитрусовые
13	Провиденция	2397	Кофе, чай, консервы, цитрусовые, д. птица
14	Мельбурн	5579	Мука, мясо, фрукта с., цитрусовые, сахар
15	Корсаков	555	Сахар, рис, цитрусовые, фрукты с., канат
16	Панама	7731	Рис, сахар, табак, фрукты с., джут
17	Бангког	3038	Яйца, птица д., сахар, рис, канат
18	Калькутта	4673	Каучук, кожа, канат, чай, консервы
19	Далянь	1045	Шелк, цитрусовые, сахар, рис, канат
20	Сайгон	2502	Кожа, цитрусовые, сахар, джут, канат
21	Дарвин	3424	Шерсть, мясо, сахар, фрукты с., кофе
22	Инчхон	855	Джут, рис, асбест, пром. обор., консервы
23	Гонолулу	3770	Хлопок, кофе, сахар, цитрусовые, горох
24	Джакарта	3338	Цитрусовые, фрукты с., сахар, кофе, консер.
25	Хайфон	2098	Кожа, цитрусовые, сахар, джут, канат
26	Сиэтл	4200	Бумага, пр. оборуд., краска, канат, кожа
27	Гонконг	1639	Канат, консервы, пром. обор., чай, краска
28	Шанхай	976	Шелк, цитрусовые, сахар, рис, канат
29	Кам-Рань	2289	Кожа, цитрусовые, сахар, джут, канат
30	Йокогама	937	Бумага, пр. оборуд., краска, канат, кожа

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Удельный погрузочный объем (μ) грузов

№ п/п	Груз	Тип упаковки	μ, м³/т
1	Асбест	Мешки	1,55
2	Бумага газетная	Рулоны	2,3
3	Горох	Мешки	1,5
4	Джут	Тюки	2,3
5	Домашняя птица	Ящики	2,6
6	Канат стальной	Бухты	2,0
7	Каучук	Кипы	1,6
8	Кирпич огнеупорный	Ящики	1,15
9	Кожа	Тюки	2,8
10	Консервы	Ящики	1,36
11	Кофе	Мешки	1,6
12	Краска	Банки	1,3
13	Масло сливочное	Ящики	2,7
14	Мука	Мешки	1,45
15	Мясо	Туши	2,6
16	Пробка	Тюки	8,4
17	Пром. оборудование	Ящики	2,5
18	Рис	Мешки	1,45
19	Рыба охлажденная	Ящики	1,7
20	Рыба соленая	Чердаки	1,3
21	Сахар	Мешки	1,3
22	Табак	Кипы	3,3
23	Фрукты сухие	Ящики	2,0
24	Хлопок - полотно	Тюки	1,9
25	Цитрусовые	Ящики	2,4
26	Чай	Ящики	2,75
27	Шелк	Тюки	2,2
28	Шерсть	Тюки	4,4
29	Яйца	Ящики	2,7

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И РАЗМЕРЕНИЯ СУДНА

НАЗВАНИЕ	«ОЛЮТОРСКИЙ ЗАЛИВ» (Пр. № 222, стр. № 229)
ПОРТ ПРИПИСКИ	ВЛАДИВОСТОК
ИДЕНТИФИКАЦИОННЫЙ НОМЕР ИМО	8422711
РАДИОПОЗЫВНОЙ	УКТU
ГОД ПОСТРОЙКИ	1985
МЕСТО ПОСТРОЙКИ	ВИСМАР, ГДР, НП верфь им. Матиаса Тезена
КЛАСС СУДНА	 М Л1[1]
A2	
ТИП СУДНА	транспортное рефрижераторное судно
НАЗНАЧЕНИЕ	перевозка охлаждаемых грузов, рыбной муки в мешках, рыбьего жира и доставка топлива, смазочного масла, питьевой воды, провизии, снабжения, упаковочного материала промысловым судам
РАЙОН ПЛАВАНИЯ	неограниченный
ДАЛЬНОСТЬ ПЛАВАНИЯ	9000 миль
СКОРОСТЬ ХОДА	14,5 узл
ДЛИНА НАИБОЛЬШАЯ	152,94 м
ДЛИНА МЕЖДУ ПЕРПЕНДИКУЛЯРАМИ	142,00 м
ШИРИНА	22,20 м
ВЫСОТА БОРТА	13,60 м
ОСАДКА ПО ЛЕТНЮЮ ГРУЗОВУЮ МАРКУ (от нижней кромки киля НКК)	8,307 м
ВОДОИЗМЕЩЕНИЕ	17375 т
ДЕДВЕЙТ	10113,1 т

РАЗМЕРЫ ГРУЗОВЫХ ТРЮМОВ, м

Грузовое помещение	Трюм 4			Трюм 3			Трюм 2			Трюм 1		
	<i>l</i>	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>l</i>	<i>b</i>	<i>h</i>
Верх	20,1	19,2	3,3	19,0	20,0	3,3	18,9	18,5	3,3	20,3	15,9	3,3
Середина	20,0	19,2	3,0	19,3	20,0	3,0	18,9	18,3	3,0	20,3	13,2	3,0
Низ	21,7	19,2	3,0	22,4	20,0	3,0	18,9	19,7	3,0	20,3	11,9	3,0

Высота двойного дна $h_{dd} = 1.5$ м

СУДНО ПОРОЖНЕМ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Наименование	Δ_0, T	$Z_{отол, м}$	M_z, TM	$X_{от \otimes, м}$	M_x, TM
Судно порожнем, Протокол кренования № 996.800.000-25.	7261,9	10,09	73307	-13,82	-100383

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

ТИПОВЫЕ СЛУЧАИ НАГРУЗКИ

Случаи нагрузки № 1

Рейс дальностью 5000 миль

**Судно с однородным грузом в трюмах ($\mu = 1.487 \text{ м}^3/\text{т}$)
при осадке по летнюю грузовую марку (отход)**

ГРУЗОВОЙ ПЛАН

Т/х: «Олюторский залив» Рейс: Владивосток - Анкоридж

Трюм 4	Трюм 3	Трюм 2	Трюм 1
Рыба, 861 т	Рыба, 849 т	Рыба, 779 т	Рыба, 721 т
Рыба, 780 т	Рыба, 782 т	Рыба, 701 т	Рыба, 542 т
Рыба, 845 т	Рыба, 909 т	Рыба, 755 т	Рыба, 492 т

Расположение грузов в грузовых помещениях

Грузовое помещение	Вид груза	P, т	Z, м	M _z , тм	X, м	M _x , тм
Трюм 1 низ	Рыба охл.	492.0	3.78	1860	40.86	20103
Трюм 1 середина	Рыба охл	542.0	7.21	3908	41.73	22618
Трюм 1 верх	Рыба охл	721.0	11.46	8263	41.88	30195
Трюм 2 низ	Рыба охл	755.0	3.73	2816	22.43	16935
Трюм 2 середина	Рыба охл	701.0	7.18	5033	23.03	16144
Трюм 2 верх	Рыба охл	779.0	11.42	8896	22.97	17894
Трюм 3 низ	Рыба охл	909.0	3.69	3354	-4.46	-4054
Трюм 3 середина	Рыба охл	782.0	7.18	5615	-4.81	-3761
Трюм 3 верх	Рыба охл	849.0	11.42	9696	-4.65	-3948
Трюм 4 низ	Рыба охл	845.0	3.72	3143	-24.37	-20593
Трюм 4 середина	Рыба охл	780.0	7.18	5600	-24.93	-19445
Трюм 4 верх	Рыба охл	861.0	11.42	9833	-24.87	-21413
Всего груза		9016.0		68017		50674

Расположение запасов на ОТХОД при дальности плавания 5000 миль

Наименование	Р, т	Z, м от ОЛ	M _z , тм	X, м от ⊗	M _x , тм	По- правка δM _z , тм
Тяжелое топливо, $\rho = 0,92 \text{ т/м}^3$						
Танк 1.10 ПрБ	139.0	0.75	104	-8.34	-1159	694
Танк 1.11 ЛБ	139.0	0.75	104	-8.34	-1159	694
Танк 1.12 перелива ЛБ	30.7	0.93	29	-37.66	-1156	
Танк 1.18 отстойный ПрБ	74.0	9.09	673	-36.53	-2703	
Танк 1.19 отстойный ПрБ	70.0	8.88	622	-36.54	-2558	
Танк 1.20 расх. кот. топ. ПрБ	15.0	11.85	178	-36.57	-549	
Танк 1.21 расходный ПрБ	15.0	11.85	178	-36.57	-549	
Танк 1.22 расходный ДП	60.0	11.33	680	-36.42	-21.85	
Итого тяжелого топлива	542.7		2568		-12018	1388
Дизельное топливо, $\rho = 0,86 \text{ т/м}^3$						
Танк 2.4 перелива ПрБ	30.0	0.97	29	-39.42	-1183	
Танк 2.5 отстойный ЛБ	22.4	11.86	266	-36.57	-819	
Танк 2.6 расходный ЛБ	24.1	11.33	273	-36.77	-886	
Итого диз. Топлива	76.5		568		-2888	
Смазочное масло, $\rho = 0,90 \text{ т/м}^3$						
Танк сточн. масла 3.5 ДП	16.0	0.95	15	-47.83	-765	
Танк цилиндр.масла 3.9 ПрБ	20.4	11.83	241	-65.30	-1332	
Танк запасн. мала 3.10 ПрБ	25.4	11.91	303	-65.14	-1655	
Танк запасн масла 3.11 ПрБ	38.9	12.35	480	-69.10	-2688	
Итого смазочного масла	100.7		1039		-6440	
Пресная вода, $\rho = 1,00 \text{ т/м}^3$						
Танк охлаждающей в.4.1 ЛБ	17.1	0.98	17	-40.94	-700	
Танк кот. питат.в. 4.2 ПрБ	57.8	7.25	419	-57.96	-3350	77
Танк кот. питат.в. 4.3 ЛБ	57.8	7.25	419	-57.96	-3350	77
Танк питьевой воды 4.6 ДП	115.0	11.74	1350	-66.03	-7593	76
Танк питьевой воды 4.7 ЛБ	125.0	12.03	1504	-66.70	-8338	60
Танк охлаждающей в.4.8 ДП	2.4	3.00	7	-62.81	-151	
Итого пресной воды	375.1		3716		-23482	290
Грязная вода, $\rho = 1,00 \text{ т/м}^3$						
Фекальный танк 3.12 ЛБ	7.9	11.37	90	-36.14	-286	
Цист. льяльн. воды 3.15 ЛБ						
Танк гр. в. мед. бл. 3.16 ЛБ						
Т. шламн. фильтр. 3.17 ПрБ						
Итого грязной воды	7.9		90		-286	
ВСЕГО ЗАПАСОВ:	1103		7981		-45114	1678

Расположение запасов на ПРИХОД при дальности плавания 5000 миль

Наименование	Р, т	Z, м от ОЛ	M _z , тм	X, м от ⊗	M _x , тм	По- правка δM _z , тм
<i>Тяжелое топливо, ρ = 0,92 т/м³</i>						
Танк 1.20 расх.кот. топ. ПрБ	1.50	11.85	18	-36.57	-55	
Танк 1.22 расходный ДП	52.7	11.33	597	-36.42	-1919	
Итого тяжелого топлива	54.2		615		-1974	1388
<i>Дизельное топливо, ρ = 0,86 т/м³</i>						
Танк 2.6 расходный ЛБ	7.7	11.33	87	-36.77	-283	
Итого диз. Топлива	7.7		87		-288	
<i>Смазочное масло, ρ = 0,90 т/м³</i>						
Танк утечн. масла 3.2 ПрБ	0.5	0.75	0	-53.45	-27	
Танк сепарир.масла 3.3 ЛБ	7.2	0.50	4	-46.00	-331	
Танк сепарир.масла 3.4 ПрБ	7.2	0.62	4	-46.24	-333	
Танк сточн. масла 3.5 ДП	16.0	0.95	15	-47.83	-765	
Танк утечн. масла 3.7 ЛБ	2.0	1.16	2	-53.45	-107	
Танк отработ.масла 3.8 ДП	5.9	0.35	2	-57.35	-338	
Танк цилинд.масла 3.9 ПрБ	3.7	10.70	40	-65.30	-242	
Танк запасн.масла 3.10 ПрБ	10.4	11.13	116	-65.14	-677	
Танк запасн масла 3.11 ПрБ	5.2	10.85	5.6	-69.10	-359	
Итого смазочного масла	58.0		239		-3179	
<i>Пресная вода, ρ = 1,00 т/м³</i>						
Танк охлажд. воды 4.1 ЛБ	17.1	0.98	17	-40.94	-700	
Танк кот. питат. в. 4.2 ПрБ	57.8	7.25	419	-57.96	-3350	77
Танк кот.питат. в. 4.3 ЛБ	57.8	7.25	419	-57.96	-3350	77
Танк питьевой воды 4.6 ДП	24.0	11.74	282	-66.03	-1585	76
Танк охлажд. воды 4.8 ДП	24	3.00	7	-62.81	-151	
Итого пресной воды	159.1		1144		-9136	290
<i>Грязная вода, ρ = 1,00 т/м³</i>						
Фекальный танк 3.12 ЛБ	7.9	11.37	90	-36.14	-286	
Танк гр. в. мед. бл. 3.16 ЛБ	2.1	11.86	25	-24.84	-52	
Итого грязной воды	10.0		115		-338	
Итого запасов	289.0		2200		-14910	1678

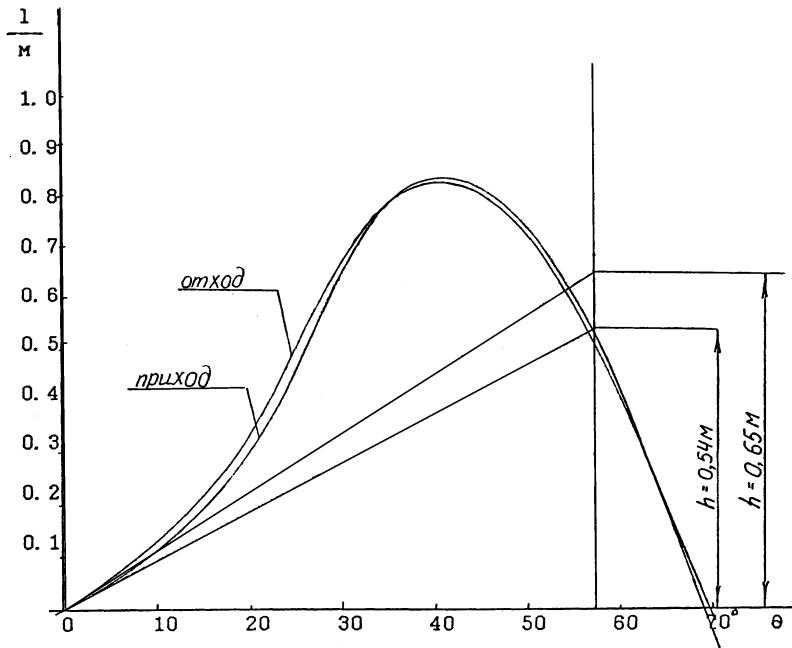
Случай нагрузки: 1 (отход)

Статья нагрузки		P, т	Z, м	M_z, тм	X, м	M_x, тм
Судно порожнем		7261.9	10.09	73307	-13.82	-100383
Экипаж, провизия, снабжение		16.3		301		-745
Судовые запасы		1103.0		7981		-45114
Груз в трюмах		9016.0		68017		50674
Груз в танках		0.0		0.0		0.0
Груз на палубе		0.0		0.0		0.0
Всего балласта		0.0		0.0		0.0
Водоизмещение		17375.3	8.62	149748	-5.25	-91296
Поправка на запасы				1678		
Поправка на наливной груз				0		
Поправка на балласт				0		
Всего поправка δM_z , тм				1678		
Момент M_z расчетный, тм				151426		
ЦМ судна Z_g расчетный, м				8.72		
ЦМ судна Z_g допустимый, м				9.16		
Апplikата метацентра Z_m , м				9.37		
Метацент- рическая высота	Без поправки	$h_0 = Z_m - Z_g$, м		0.75	$K^* = 3.47$	
	Поправка	δh , м Исправ-		0.10		
	ленная $h = h_0 - \delta h$, м			0.65		
Осадка	Средняя	d_{cp} , м		8.23		
	Носом	d_n , м		6.59		
	Кормой	d_k , м		9.87		

Случаи нагрузки: 1 (приход)

Статья нагрузки		P, т	Z, м	M _z , тм	X, м	M _x , тм
Судно порожнем		7261.9	10.09	73307	-13.82	-100383
Экипаж, провизия, снабжение		11.5		223		-476
Судовые запасы		289.0		2200		-14910
Груз в трюмах		9016.0		68017		50674
Груз в танках						
Груз на палубе		0.0		0.0		0.0
Всего балласта		0.0		0		
Водоизмещение		16556.5	8.69	143890	-3.67	-60824
Поправка на запасы				1678		
Поправка на налив. груз				0		
Поправка на балласт				0		
Всего поправка δM_z , тм				1678		
Момент M_z расчетный, тм				145568		
ЦМ судна Z_g расчетный, м				8.79		
ЦМ судна Z_g допустимый, м				9.11		
Апplikата метacentра Z_m , м				9.33		
Метацен- трическая высота	Без поправки $h_0 = Z_m - Z_g$, м			0.64	$K^*=3.15$	
	Поправка δh , м			0.10		
	Исправленная $h = h_0 - \delta h$, м			0.54		
Осадка	Средняя d_{cp} , м			7.94		
	Носом d_n , м			6.92		
	Кормой d_k , м			8.96		

Диаграмма статической остойчивости



θ, град	0	10	20	30	40	50	60	70
Sinθ	0.00	0.174	0.342	0.500	0.643	0.766	0.866	0.940
Отход Δ=17375 т Z _g =8.715 м								
l _k , м	0.000	1.644	3.314	5.032	6.429	7.394	7.941	8.168
Z _g ·Sinθ	0.000	1.513	2.981	4.358	5.602	6.676	7.547	8.189
l, м	0.000	0.131	0.334	0.674	0.827	0.718	0.394	-0.021
l _d , м	0.000	0.011	0.052	0.140	0.271	0.406	0.503	0.535
Показатели остойчивости								
h=0.65м K=3.28 l _{max} =0.83м θ _m =39° θ _v =69°								
Приход Δ=16557 т Z _g =8.792м								
l, м	0.000	0.111	0.300	0.649	0.841	0.727	0.392	-0.046
Показатели остойчивости								
h=0.54м K=3.05 l _{max} =0.85м θ _m =42° θ _v =68°								

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Данные по танкам

Наименование		Район расположения, шпангоуты	Р, т	З, м от ОЛ	Х, м от мид. шпанг.	Поправка на св. пов-ть, δMz , тм
Балласт $\rho = 1.025 \text{ т/м}^3$						
Форпик 1.1		184...нос	191.7	11.00	67.62	103
Танк 1.2	ПрБ	168...184	552.5	9.01	57.32	124
Танк 1.3	ЛБ	168...184	563.7	8.98	57.30	124
Танк 1.4	ПрБ	140...168	78.4	0.83	39.69	88
Танк 1.5	ЛБ	140...168	78.4	0.83	39.69	88
Танк 1.6	ПрБ	115...140	180.4	0.77	21.75	564
Танк 1.7	ЛБ	115...140	179.4	0.78	21.81	564
Танк 1.8	ПрБ	94...115	196.8	0.75	5.06	996
Танк 1.9	ЛБ	94...115	198.8	0.75	5.13	996
Тяжелое топливо $\rho = 0.92 \text{ т/м}^3$						
Танк 1.10	ПрБ	78...94	139.0	0.75	-8.34	694
Танк 1.11	ЛБ	78...94	139.0	0.75	-8.34	694
Танк 1.12 перелива	ЛБ	44...50	30.7	0.93	-37.66	---
Танк 1.13 *	ДП	46...51	167.0	5.59	-36.49	89
Танк 1.14 *	ПрБ	46...51	81.0	3.92	-36.57	57
Танк 1.15 *	ЛБ	45...51	176.0	7.12	-36.56	98
Танк 1.16**	ПрБ	105...115	448.0	9.23	9.34	768
Танк 1.17**	ЛБ	105...115	763.6	7.00	9.49	771
Танк 1.18 отстойный	ПрБ	46...51	74.0	9.09	-36.53	---
Танк 1.19 отстойный	ПрБ	46...51	70.0	8.88	-36.54	---
Танк 1.20 расх.кот.топ	ПрБ	46...51	15.0	11.85	-36.57	---
Танк 1.21 расходный	ПрБ	46...51	15.0	11.85	-36.57	---
Танк 1.22 расходный	ДП	46...51	60.0	11.33	-36.42	---
Дизельное топливо $\rho = 0.86 \text{ т/м}^3$						
Танк 2.1***	ПрБ	105...112	203.0	3.53	8.42	504
Танк 2.2***	ПрБ	48...178	181.4	0.78	-24.62	636
Танк 2.3***	ЛБ	50...178	172.0	0.78	-23.98	612
Танк 2.4 перелива	ПрБ	41...48	30.0	0.97	-39.42	---
Танк 2.5 отстойный	ЛБ	46...51	22.4	11.86	-36.57	---
Танк 2.6 расходный	ЛБ	46...51	24.1	11.33	-36.77	---

Наименование	Район расположения, шп-ты	Р, т	Z, м от ОЛ	X, м от мид. шп.	Поправка на св. пов-ть, δMz , тм
Смазочное масло $\rho = 0.90 \text{ т/м}^3$					
Танк утечн.топ. 3.1 ПрБ	42...44	1.9	1.16	-40.70	---
Танк утечн.масла 3.2 ПрБ	25...27	1.9	1.16	-53.45	---
Танк сепарир.масла 3.3 ЛБ	28...41	25.4	1.07	-46.00	---
Танк сепарир.масла 3.4 ПрБ	28...41	20.0	1.10	-46.24	---
Танк сточн.масла 3.5 ДП	27...40	24.6	1.16	-47.83	---
Танк утечн.масла 3.7 ЛБ	25...27	1.9	1.16	-53.45	---
Танк отраб.масла 3.8 ДП	17...24	25.7	1.10	-57.35	---
Танк цилиндр.м. 3.9 ПрБ	6...13	20.4	11.83	-65.30	---
Танк запасн.м. 3.10 ПрБ	6...13	25.4	11.91	-65.14	---
Танк запасн.м. 3.11 ПрБ	0...6	38.9	12.35	-69.10	---
Пресная вода $\rho = 1.00 \text{ т/м}^3$					
Танк охл. воды 4.1 ЛБ	41...44	17.1	0.98	-40.94	---
Танк кот.питат.в. 4.2 ПрБ	15...24	57.8	7.25	-57.96	77
Танк кот.питат.в. 4.3 ЛБ	15...24	57.8	7.25	-57.96	77
Т. конденс.пит.в. 4.4 ПрБ	3...13	40.3	9.03	-65.82	76
Т. конденс.пит.в. 4.5 ЛБ	3...13	40.3	9.03	-65.82	76
Т. питьевой воды. 4.6 ДП	4...13	115.0	11.74	-66.03	76
Т. питьевой воды 4.7 ЛБ	0...13	125.0	12.03	-66.70	60
Т. охлажден.воды 4.8 ДП	13...14	2.4	3.00	-62.81	---
Грязная вода $\rho = 1.00 \text{ т/м}^3$					
Танк грязн.воды 1.13* ДП	46...51	182.0	5.59	-36.49	96
Танк грязн.воды 1.14* ПрБ	46...51	88.0	3.92	-36.57	62
Танк грязн.воды 1.15* ЛБ	46...51	191.0	7.12	-36.56	107
Фекальный танк 3.12 ЛБ	46...51	15.8	11.89	32.92	---
Цистерна льяльн.в. 3.15 ЛБ	46...51	27.5	3.05	24.84	---
Т. гр.в.мед.блока 3.16 ЛБ	49,5...51	2.1	11.86	24.84	---
Т.шламн. фильтр. 3.17 ПрБ	35...36	1.1	0.93	-46.32	---
Рыбий жир $\rho = 0.95 \text{ т/м}^3$					
Танк 3.13 ЛБ	105...115	87.0	11.89	9.81	
Танк 3.13 ПрБ	105...115	87.0	11.89	9.81	

* - тяжелое топливо или грязная вода

** - тяжелое топливо (для снабжения судов) или рыбная мука в мешках

*** - дизельное топливо (для снабжения судов)

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Данные по грузовым трюмам

Наименование	Расположе- ние, шп-ты	Вместимость V, м ³	Координаты центра объ- ема	
			Z, м от ОЛ	X, м от мид.
Трюм №1 низ середина верх	51...78	727	3.78	40.86
	51...78	801	7.21	41.73
	51...78	1066	11.46	41.88
ВСЕГО №1		2594	8.00	41.55
Трюм №2 низ середина верх	78...105	1115	3.73	22.43
	78...105	1036	7.18	23.03
	78...105	1151	11.42	22.97
ВСЕГО №2		3302	7.35	22.81
Трюм №3 низ середина верх	115...140	1343	3.69	-4.46
	115...140	1157	7.18	-4.10
	115...140	1254	11.42	-4.65
ВСЕГО №3		3754	7.37	-4.63
Трюм №4 низ середина верх	140...168	1249	3.72	-24.37
	140...168	1154	7.18	-24.93
	140...168	1273	11.42	-24.87
ВСЕГО №4		3676	7.47	-24.72
ВСЕГО №1...№4		13326	7.54	5.62

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Допустимые удельные нагрузки на палубу

Наименование	Допустимая нагрузка q, т/м ²
2-я палуба	2.56
3-я палуба	2.33
Второе дно	2.32

ПРИЛОЖЕНИЕ И
Гидростатические элементы

Водо- изм. Δ , т	Осадка от НKK d , м	Абсц. ЦВ X_c , м	Абсц. ЦТ плоч.ВЛ X_{it} , м	Диф. момент M_{1m} , тм/м	Возв. МЦ над ОП Z_m , м
7000	3. 80	-1. 37	-0. 82	12782	11. 48
500	4. 04	-1. 32	-0. 77	13043	11. 13
8000	4. 27	-1. 29	-0. 74	13300	10. 83
500	4. 50	-1. 26	-0. 73	13555	10. 57
9000	4. 75	-1. 23	-0. 72	13817	10. 35
500	4. 97	-1. 20	-0. 72	14114	10. 15
10000	5. 20	-1. 17	-0. 74	14371	9. 98
250	5. 32	-1. 16	-0. 75	14514	9. 91
500	5. 43	-1. 15	-0. 77	14647	9. 85
750	5. 54	-1. 14	-0. 79	14781	9. 79
11000	5. 65	-1. 13	-0. 82	14934	9. 74
250	5. 76	-1. 13	-0. 84	15068	9. 69
500	5. 87	-1. 12	-0. 87	15221	9. 65
750	5. 98	-1. 12	-0. 90	15385	9. 60
12000	6. 09	-1. 12	-0. 95	15539	9. 56
250	6. 20	-1. 12	-0. 98	15703	9. 53
500	6. 31	-1. 12	-1. 02	15867	9. 50
750	6. 42	-1. 12	-1. 07	16041	9. 47
13000	6. 53	-1. 12	-1. 12	16195	9. 45
250	6. 63	-1. 12	-1. 18	16380	9. 43
500	6. 74	-1. 12	-1. 24	16554	9. 40
750	6. 85	-1. 12	-1. 32	16780	9. 38
14000	6. 96	-1. 13	-1. 40	16954	9. 36
250	7. 06	-1. 14	-1. 47	17189	9. 35
500	7. 16	-1. 15	-1. 53	17414	9. 34
750	7. 26	-1. 15	-1. 69	17650	9. 33
15000	7. 36	-1. 16	-1. 82	17917	9. 33
250	7. 46	-1. 17	-1. 95	18163	9. 33
500	7. 56	-1. 17	-2. 09	18419	9. 32
750	7. 66	-1. 20	-2. 27	18696	9. 32
16000	7. 76	-1. 22	-2. 43	19014	9. 32
250	7. 86	-1. 23	-2. 64	19300	9. 32
500	7. 96	-1. 25	-2. 79	19598	9. 33
750	8. 06	-1. 27	-3. 00	19885	9. 34
17000	8. 16	-1. 30	-3. 20	20213	9. 35
250	8. 26	-1. 33	-3. 33	20500	9. 35
500	8. 36	-1. 37	-3. 50	20808	9. 37

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Таблица допустимых возвышений центра массы судна

Водоизмещение Δ , т	Допустимые возвышения центра массы		
	По аварийной остойчивости $Z_g^{ав}$ доп, м		По основной остойчивости
	Дифферент 0.0м	Дифферент -3.0м	$Z_g^{осн}$ доп, м
8000	9. 22	9. 37	9. 460
8500	9. 14	9. 29	9. 530
9000	9. 09	9. 24	9. 570
9500	9. 03	9. 17	9. 580
10000	8. 97	9. 09	9. 590
10500	8. 92	9. 03	9. 610
11000	8. 91	8. 97	9. 610
11500	8. 90	8. 93	9. 600
12000	8. 90	8. 91	9. 560
12250	8. 90	8. 90	9. 530
12500	8. 90	8. 90	9. 500
12750	8. 90	8. 90	9. 475
13000	8. 90	8. 90	9. 450
13250	8. 91	8. 91	9. 425
13500	8. 91	8. 91	9. 400
13750	8. 92	8. 92	9. 380
14000	8. 93	8. 93	9. 360
14250	8. 95	8. 95	9. 350
14500	8. 96	8. 96	9. 340
14750	8. 98	8. 98	9. 330
15000	9. 00	9. 00	9. 330
15250	9. 02	9. 02	9. 330
15500	9. 03	9. 03	9. 320
15750	9. 06	9. 06	9. 310
16000	9. 09	9. 09	9. 300
16250	9. 10	9. 10	9. 270
16500	9. 11	9. 11	9. 250
16750	9. 12	9. 12	9. 230
17000	9. 14	9. 14	9. 200
17250	9. 14	9. 14	9.180
17500	9. 16	9. 16	9. 160

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

Плечи остойчивости формы (пантокарены).

Плечи статической остойчивости $1=1_{\phi}-Z_g \sin \Theta$

Водоизме- щение Δ , т	Углы крена Θ						
	10	20	30	40	50	60	70
	Пантокарены 1_{ϕ} , м						
7000	2.012	3,963	5.589	6,894	8,034	8.690	8,830
500	1.952	3,874	5.519	6,873	8,028	8.690	8.821
8000	1.900	3,790	5,458	6,857	8.012	8.681	8,808
500	1.854	3,716	5,403	6,843	7,997	8.662	8,787
9000	1,816	3,651		6,828	7,974	8.637	8,760
500	1,783	3,592	5,354	6,818	7,953	8.609	8,727
10000	1,754	3,541	5,311	6,808	7,926	8.575	8,692
500	1,730	3,494	5,274	6,798	7,900	8.534	8,654
11000	1,710	3,455	5,243	6,787	7,870	8.492	8,613
250	1.703	3,437	5,214	6,782	7,856	8.471	8.593
500	1,694	3,422	5,201	6,775	7,840	8.447	8.571
750	1,685	3,406	5,188	6,769	7,822	7.424	8.557
12000	1,678	3,393	5,176	6,761	7,806	8.401	8.529
250	1,673	3,381	5,165	6,752	7,790	8.378	8.509
500	1,666	3,369	5,154	6,743	7,773	8.354	8.491
750	1,662	3,361	5,145	6,732	7,754	8.331	8.471
13000	1,656	3,352	5,135	6,721	7,737	8.306	8.452
250	1,653	3,344	5,126	6,708	7,719	8.285	8.433
500	1,649	3,336	5,117	6,695	7,701	8.261	8.414
750	1,646	3,329	5,110	6,682	7,683	8.237	8.395
14000	1,643	3,324	5,102	6,667	7,664	8.214	8.376
250	1,641	3,319	5,095	6,654	7,646	8.193	8.357
500	1,639	3,316	5,087	6,637	7,627	8.171	8.343
750	1,636	3,313	5,083	6,623	7,608	8.149	8.325
15000	1,636	3,310	5,077	6,606	7,587	8.127	8.307
250	1,636	3,308	5,073	6,588	7,569	8.106	8.292
500	1,636	3,306	5,066	6,572	7,550	8.087	8.276
750	1,636	3,306	5,063	6,554	7,527	8.066	8.261
16000	1,637	3,306	5,058	6,534	7,508	8.047	8.247
250	1,637	3,306	5,054	6,516	7,487	8.027	8.234
500	1,638	3,307	5,050	6,497	7,467	8.011	8.219
750	1,639	3,308	5,046	6,477	7,446	7.988	8.205
17000	1,641	3,310	5,043	6,457	7,424	7.969	8.192
250	1,643	3,313	5,038	6,440	7,404	7.951	8.176
500	1,645	3,316	5,034	6,420	7.384	7.933	8.160
			5.030				

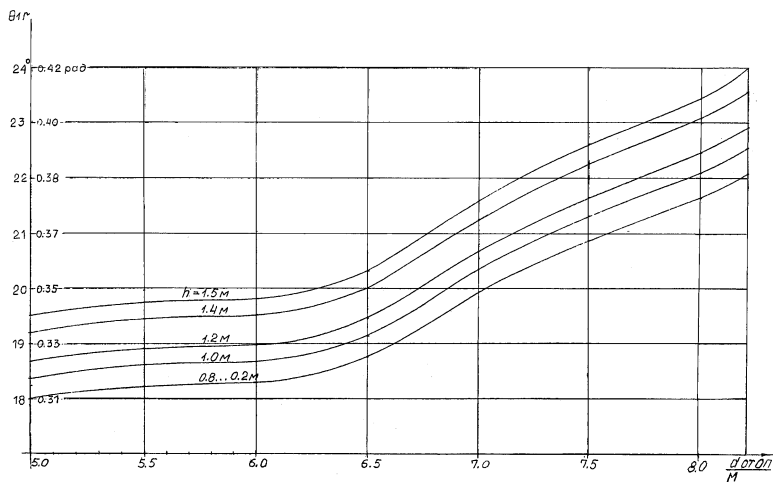
ПРИЛОЖЕНИЕ М

Коэффициент m_0

$\frac{hB}{z_g \sqrt[3]{\nabla}}$	0,1 и менее	0,15	0,25	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	$\geq 3,0$ и более
m_0	0,34	0,42	0,64	1,13	1,96	2,45	2,69	2,86	2,94

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

Амплитуда бортовой качки θ_{1r}



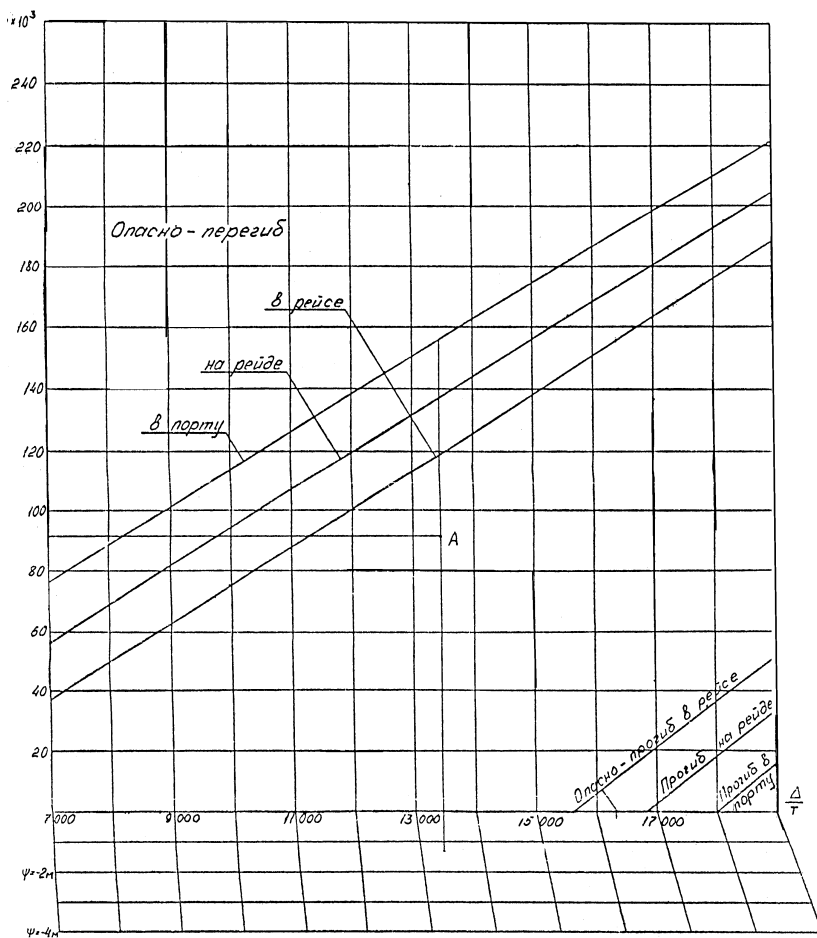
ПРИЛОЖЕНИЕ П

Таблица плеч ветровой нагрузки

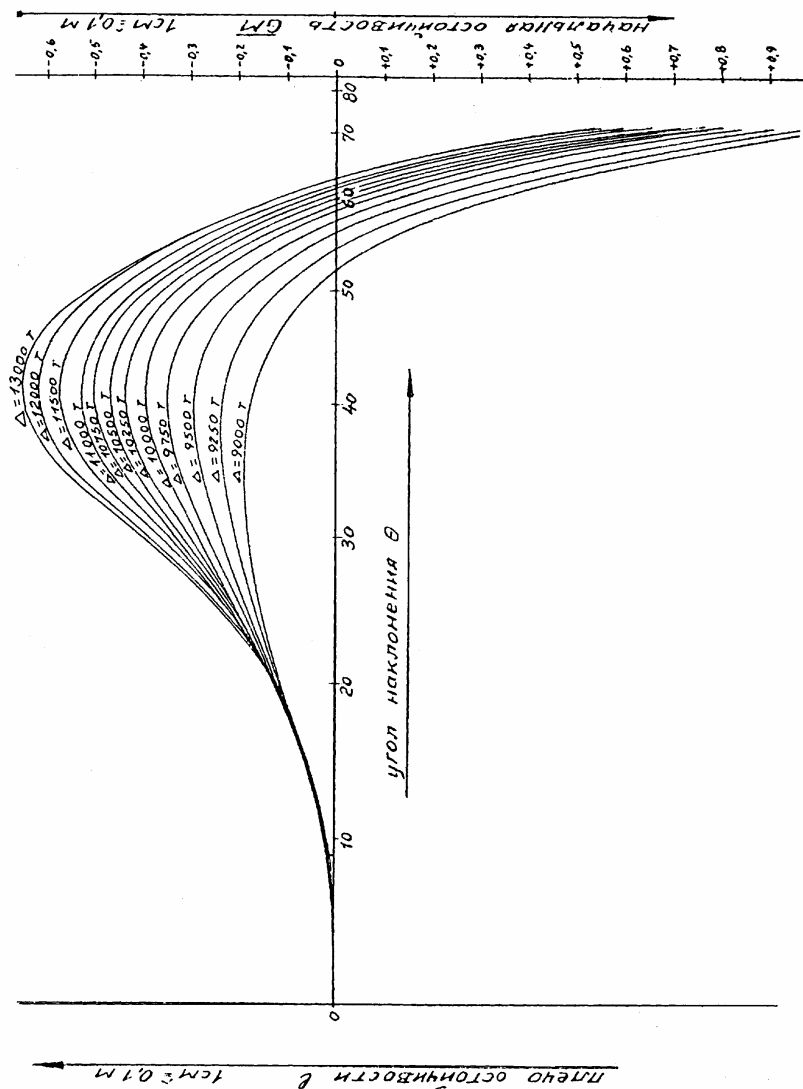
Водоиз- меще- ние Δ , т	Плечи ветровой нагрузки l_v , м		Водоиз- мещение Δ , т	Плечи ветровой нагрузки l_v , м	
	Без льда	Со льдом		Без льда	Со льдом
7000	0. 396	0. 443	13000	0. 154	0. 176
500	0. 360	0. 403	250	0. 150	0. 171
8000	0. 330	0. 370	500	0. 145	0. 165
750	0. 289	0. 326	750	0. 141	0. 160
9000	0. 276	0. 312	14000	0. 136	0. 156
250	0. 266	0. 300	250	0. 133	0. 151
500	0. 257	0. 289	500	0. 129	0. 147
750	0.247	0. 275	750	0. 125	0. 143
10000	0. 238	0. 268	15000	0. 122	0. 139
250	0. 229	0. 256	250	0. 119	0. 135
500	0. 221	0. 247	500	0. 116	0. 131
750	0. 212	0.239	750	0. 113	0. 127
11000	0. 205	0. 231	16000	0. 110	0. 123
250	0. 198	0. 222	250	0. 106	0. 119
500	0. 191	0. 215	500	0. 104	0. 116
750	0.184	0.207	750	0. 101	0. 113
12000	0. 177	0. 201	17000	0. 098	0. 110
250	0. 171	0. 193	250	0. 095	0. 107
500	0. 165	0. 187	500	0. 093	0. 104
750	0. 159	0. 181			

ПРИЛОЖЕНИЕ Р

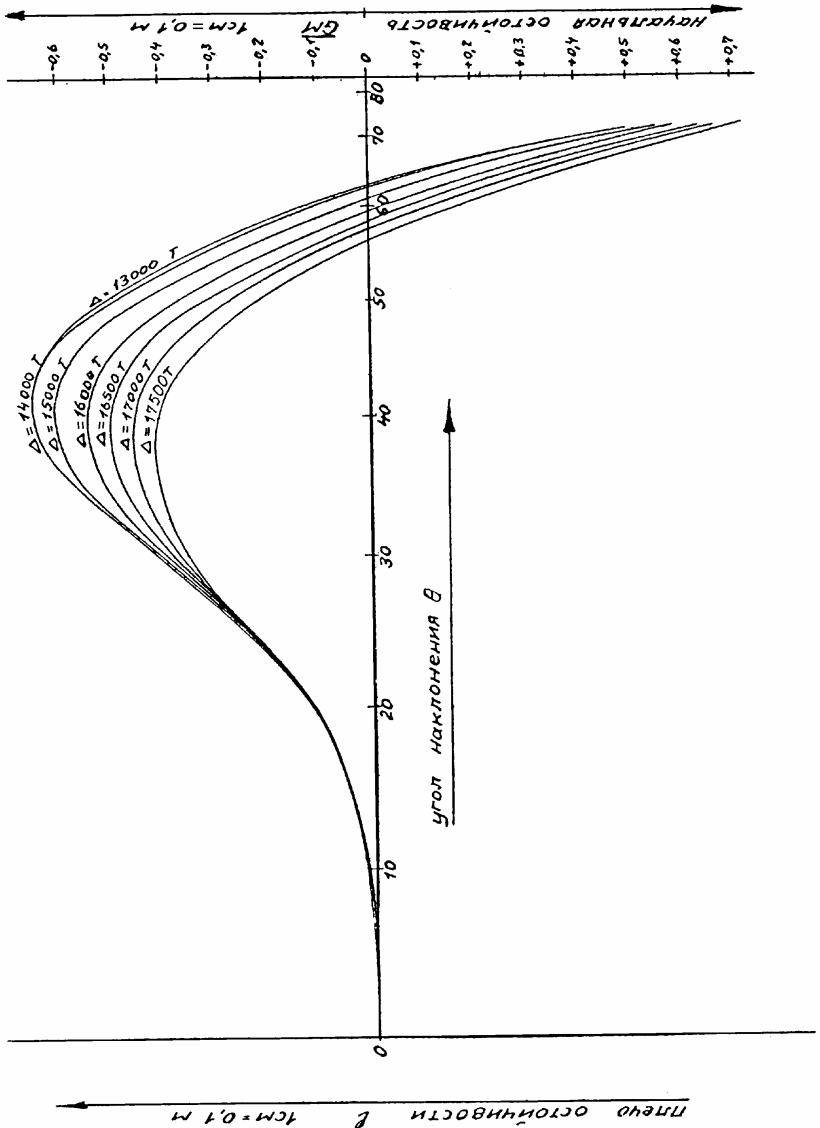
Диаграмма контроля общей продольной прочности



ПРИЛОЖЕНИЕ С
Универсальная диаграмма статической остойчивости



Универсальная диаграмма статической остойчивости



СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Расчет судовых запасов на рейс.....	4
1.1 Расчет количества запасов на заданный рейс.....	4
1.2 Распределение запасов по танкам.....	5
2 Расчет чистой грузоподъемности судна.....	7
3 Анализ свойств и совместимости грузов.....	8
4 Составление грузового плана.....	9
5 Заполнение таблиц нагрузок.....	9
6 Проверка грузового плана.....	12
6.1 Проверка посадки судна.....	12
6.2 Проверка остойчивости судна.....	13
6.3 Проверка прочности.....	14
6.4 Корректирование грузового плана.....	15
Список литературы.....	16
Приложения.....	17