

ПРИЛОЖЕНИЕ 16

РЕЗОЛЮЦИЯ MEPC.110(49)

Принята 18 июля 2003 года

**ПЕРЕСМОТРЕННОЕ ВРЕМЕННОЕ РУКОВОДСТВО ПО ОДОБРЕНИЮ
АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПОСТРОЙКИ
НЕФТЯНЫХ ТАНКЕРОВ СОГЛАСНО ПРАВИЛУ 13F 5)
ПРИЛОЖЕНИЯ I К МАРПОЛ 73/78**

КОМИТЕТ ПО ЗАЩИТЕ МОРСКОЙ СРЕДЫ,

ССЫЛАЯСЬ на статью 38 а) Конвенции о Международной морской организации, касающуюся функций Комитета по защите морской среды (Комитет), возложенных на него международными конвенциями по предотвращению загрязнения моря и борьбе с ним,

ОТМЕЧАЯ резолюцию MEPC.52(32), которой Комитет одобрил правила 13F и 13G и соответствующие поправки к Приложению I к МАРПОЛ 73/78,

ОТМЕЧАЯ ТАКЖЕ резолюцию MEPC.66(37), которой Комитет принял Временное руководство по одобрению альтернативных методов проектирования и постройки нефтяных танкеров согласно правилу 13F 5) Приложения I к МАРПОЛ 73/78,

ОТМЕЧАЯ ДАЛЕЕ, что в резолюции MEPC.66(37) Комитет постановил проводить обзор Временного руководства и разработать окончательное руководство в свете приобретенного опыта,

РАССМОТРЕВ на своей сорок девятой сессии рекомендацию, сделанную Подкомитетом по перевозке жидкостей и газов наливом,

1. ПРИНИМАЕТ Пересмотренное временное руководство по одобрению альтернативных методов проектирования и постройки нефтяных танкеров согласно правилу 13F 5) Приложения I к МАРПОЛ 73/78, текст которого изложен в приложении к настоящей резолюции;
2. ПРЕДЛАГАЕТ правительствам-членам должным образом учитывать Пересмотренное временное руководство при оценке других методов проектирования и постройки нефтяных танкеров в качестве альтернатив требованиям, предписанным в правиле 13F 5) Приложения I к МАРПОЛ 73/78, с целью представления таких проектов на одобрение Комитета;
3. ПОСТАНОВЛЯЕТ проводить обзор Пересмотренного временного руководства в свете приобретенного опыта;
4. ПРЕДЛАГАЕТ Комитету по безопасности на море принять к сведению Пересмотренное временное руководство;

5. НАСТОЯТЕЛЬНО ПРИЗЫВАЕТ правительства-члены довести вышеупомянутое Пересмотренное временное руководство до сведения судостроителей, собственников и операторов судов, а также других сторон, заинтересованных в проектировании, постройке и эксплуатации нефтяных танкеров с целью поощрения его использования в отношении нефтяных танкеров, построенных 1 апреля 2005 года или после этой даты;
6. ОТМЕНЯЕТ резолюцию MEPC.66(37).

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПЕРЕСМОТРЕННОЕ ВРЕМЕННОЕ РУКОВОДСТВО ПО ОДОБРЕНИЮ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПОСТРОЙКИ НЕФТЯНЫХ ТАНКЕРОВ СОГЛАСНО ПРАВИЛУ 13F 5) ПРИЛОЖЕНИЯ I К МАРПОЛ 73/78

Преамбула

1 Целью настоящего Пересмотренного временного руководства, далее именуемого "Руководство", является обеспечение международного стандарта оценки и одобрения альтернативных методов проектирования и постройки нефтяных танкеров согласно правилу 13F 5) Приложения I к МАРПОЛ 73/78.

2 Основным принципом Руководства заключается в сравнении показателей вылива нефти в случае столкновения или посадки на мель танкера альтернативной конструкции и показателей вылива нефти из танкеров с типовой конструкцией двойного корпуса, которые соответствуют правилу 13F 3), на основании рассчитанного индекса предотвращения загрязнения.

3 Показатели вылива нефти танкеров с двойным корпусом, которые соответствуют правилу 13F 3), могут быть различными. Продольное деление на отсеки грузовых танков оказывает существенное влияние на вылив нефти в случае проникающего повреждения внутреннего корпуса. Отдельные типовые конструкции двойного корпуса демонстрируют благоприятные показатели вылива нефти.

4 Расчет вылива нефти основывается на вероятностной методологии и наилучших имеющихся в распоряжении статистических данных о повреждении танкеров в результате аварий. Новая оценка Руководства может быть уместной, когда будет иметься в распоряжении дополнительная информация о повреждении танкеров в результате аварий и будет приобретен дополнительный опыт в применении настоящего Руководства.

5 Отливы будут оказывать отрицательное влияние на вылив нефти из севшего на мель танкера, и в Руководстве это учитывается. Значения высоты прилива, установленные в разделе 5, представляют собой реальные средние приливные изменения, которые выбраны для того, чтобы установить влияние приливных изменений на вылив нефти в случае посадки на мель.

1 Общие положения

1.1 Правило 13F Приложения I к МАРПОЛ 73/78 устанавливает требования к конструкции новых танкеров дедвейтом 600 т и более, контракт на постройку которых заключен 6 июля 1993 года или после этой даты. Пункт 3 правила требует, чтобы танкеры дедвейтом 5 000 т и более имели двойной корпус. В правиле приведены различные подробные требования и допустимые исключения.

Пункт 5 правила устанавливает, что могут допускаться другие конструкции в качестве альтернативы двойному корпусу, при условии что они обеспечивают по меньшей мере такой же уровень защиты от загрязнения нефтью в случае столкновения или посадки на мель и одобрены в принципе Комитетом по защите морской среды (КЗМС) на основании руководства, разработанного Организацией.

1.2 Настоящее Руководство следует использовать для оценки приемлемости альтернативных конструкций нефтяных танкеров дедвейтом 5 000 т и более в отношении предотвращения вылива нефти в случае столкновения или посадки на мель, как указано в пункте 5 правила 13F.

1.3 В отношении любой альтернативной конструкции нефтяного танкера, не удовлетворяющей пунктам 3 или 4 правила 13F, должно быть выполнено исследование показателей вылива нефти, как указано в разделах 4–6 настоящего Руководства.

1.4 Это исследование должно охватывать весь диапазон размеров судов и минимум четыре различных размера судов, если не запрашивается одобрение лишь ограниченного диапазона размеров судов. Данные о четырех типовых конструкциях двойного корпуса приведены в разделе 7.

1.5 Оценку показателей вылива груза нефти из танкера предлагаемой альтернативной конструкции следует производить путем расчета индекса предотвращения загрязнения E как указано в разделе 4 настоящего Руководства.

1.6 Вероятностная методология расчета вылива нефти в соответствии с настоящим Руководством основывается на имеющихся в распоряжении статистических данных об авариях танкеров. По мере сбора дополнительных статистических данных следует проводить периодический обзор функций плотности распределения повреждений, указанных в 5.2.

1.7 В принципе и насколько это применимо, требования пунктов 3 d)–f), 6 и 8 правила 13F применяются к альтернативным конструкциям. Кроме того, посредством анализа риска должно быть показано, что новая рассматриваемая конструкция обеспечивает достаточный уровень безопасности. Такой анализ должен касаться любых особых рисков, связанных с альтернативной конструкцией, и если они существуют, должно быть показано, что для их устранения существуют безопасные решения.

2 Применение

2.1 Настоящее Руководство применяется к оценке альтернативных конструкций нефтяных танкеров, построенных из стали или другого равноценного материала, требуемого правилом II-2/11 Конвенции СОЛАС. Следует особо рассматривать конструкции танкеров, которые должны быть построены из других материалов или в которых используются нововведения (например, неметаллические материалы), либо конструкции, в которых используются устройства, поглощающие энергию удара.

2.2 Процедура одобрения, предусмотренная в настоящем Руководстве, применяется к нефтяным танкерам дедвейтом до 350 000 т. Процедуру одобрения более крупных танкеров следует рассматривать особо.

3 Процедура одобрения альтернативных конструкций танкеров

3.1 Администрация, которая получает заявку на одобрение альтернативной конструкции танкера с целью соответствия правилу 13F, должна сначала оценить предлагаемую конструкцию и убедиться, что она соответствует настоящему Руководству и другим применимым правилам Приложения I к Конвенции МАРПОЛ. Администрация должна затем представить предложение и подтверждающую документацию вместе с собственным докладом

об оценке Организации для оценки и одобрения концепции конструкции КЗМС в качестве альтернативы требованиям правила 13F 3). Для постройки танкеров, к которым применяется правило 13F 5), допускаются только концепции конструкций, которые одобрены в принципе КЗМС.

3.2 Администрации и Организации должны представляться по меньшей мере следующие материалы:

- .1 подробная спецификация альтернативной конструкции;
- .2 чертежи, на которых показана основная конструкция системы танков и, если необходимо, всего судна;
- .3 исследование показателей вылива нефти, указанное в пунктах 1.3–1.5;
- .4 анализ риска, указанный в пункте 1.7;
- .5 подробные сведения о методе расчета или компьютерной программе, использованной для вероятностного анализа вылива нефти, с тем чтобы Администрация убедилась, что применяемый метод расчета дает удовлетворительные результаты. Относительно проверки компьютерной программы см. пункт 6.2.

Если это будет сочтено необходимым, может потребоваться представление дополнительной информации.

3.3 В дополнение к процедуре одобрения конструкции, указанной выше в пунктах 3.1 и 3.2, Администрация государства флага должна одобрить окончательный проект для постройки танкера с точки зрения его соответствия настоящему Руководству и всем другим применимым правилам Приложения I к Конвенции МАРПОЛ. К этому должны относиться соображения выживаемости, упомянутые в пункте 5.1.5.10.

3.4 Любая одобренная концепция конструкции потребует пересмотра, если Руководство будет изменено.

4 Анализ вылива нефти

4.1 Общие положения

4.1.1 Показатели предотвращения загрязнения нефтью конструкции танкера выражаются безразмерным индексом предотвращения загрязнения E, который является функцией трех параметров вылива нефти: "вероятность нулевого вылива", "средний вылив" и "экстремальный вылив". Параметры вылива нефти следует рассчитывать в отношении всех возможных случаев повреждения в пределах всего диапазона состояний повреждения, подробно изложенных в разделе 5.

4.1.2 Три параметра вылива нефти определяются следующим образом:

- .1 *Параметр вероятности нулевого вылива нефти.* Этот параметр выражает вероятность того, что в случае столкновения или посадки на мель из танкера не

будет вытекать груз нефти. Если, например, параметр равен 0,6, предполагается, что в 60% всех аварий, связанных со столкновением или посадкой на мель, разлива нефти не происходит.

- .2 *Параметр среднего разлива нефти.* Средний разлив нефти представляет собой сумму всех объемов разлива, умноженную на их соответствующие вероятности. Параметр среднего разлива нефти выражается как доля общего объема груза нефти при заполнении танка на 98%.
- .3 *Параметр экстремального разлива нефти.* Экстремальный разлив нефти рассчитывается (после расположения по возрастающей объемов во всех случаях разлива) как сумма объемов разлива в пределах интегральной вероятности от 0,9 до 1,0, умноженная на их соответствующие вероятности. Полученная таким образом величина умножается на 10. Параметр экстремального разлива нефти выражается как доля общего объема груза нефти при заполнении танка на 98%.

4.1.3 Обычно для одобрения концепции альтернативной конструкции рассмотрение выживаемости судна не будет требоваться. Однако в особых случаях оно может потребоваться в зависимости от особенностей конструкции.

4.2 *Индекс предотвращения загрязнения*

Уровень защиты от загрязнения нефтью в случае столкновения или посадки на мель по сравнению с типовыми конструкциями двойного корпуса следует определять путем расчета индекса предотвращения загрязнения E следующим образом:

$$E = k_1 P_O/P_{OR} + k_2 (0,01 + O_{MR})/(0,01 + O_M) + k_3 (0,025 + O_{ER})/(0,025 + O_E) \geq 1,0, \quad (4.2)$$

где:

k_1 , k_2 и k_3 – весовые коэффициенты со следующими значениями:

$$\begin{aligned} k_1 &= 0,5 \\ k_2 &= 0,4 \\ k_3 &= 0,1 \end{aligned}$$

P_O – параметр вероятности нулевого разлива нефти для альтернативной конструкции
 O_M – параметр среднего разлива нефти для альтернативной конструкции
 O_E – параметр экстремального разлива нефти для альтернативной конструкции

P_{OR} , O_{MR} и O_{ER} – соответствующие параметры для типовой конструкции двойного корпуса с тем же объемом груза нефти, как указано в разделе 7.

4.3 *Расчет параметров разлива нефти*

Параметры разлива нефти P_O , O_M и O_E должны рассчитываться следующим образом:

Параметр вероятности нулевого вылива P_0 :

$$P_0 = \sum_{i=1}^n P_i K_i, \quad (4.3-1)$$

где:

- i представляет собой каждый рассматриваемый отсек или группу отсеков от $i = 1$ до $i = n$
 P_i определяет вероятность того, что повреждены только рассматриваемый отсек или группа отсеков
 $K_i = 0$, если происходит вылив нефти из любого из поврежденных грузовых помещений в i . Если вылива не происходит, то $K_i = 1$.

Параметр среднего вылива O_M :

$$O_M = \sum_{i=1}^n (P_i O_i) / C, \quad (4.3-2)$$

где:

- O_i – совокупный вылив нефти (m^3) из всех поврежденных грузовых помещений в i
 C – общий объем груза нефти при заполнении танка на 98% (m^3)

Параметр экстремального вылива O_E :

$$O_E = 10 \left(\sum_{i=1}^n (P_{ie} O_{ie}) / C \right), \quad (4.3-3)$$

где индекс "ie" представляет собой случаи экстремального вылива, которые являются случаями повреждения, входящими в пределы интегральной вероятности от 0,9 до 1,0, после их расположения, как указано в 6.1.

5 Предположения для расчета параметров вылива нефти

5.1 Общие положения

5.1.1 Установленные в настоящем разделе предположения следует использовать при расчете параметров вылива нефти.

5.1.2 Параметры вылива должны рассчитываться по отдельности для случаев столкновения и посадки на мель, а затем суммироваться следующим образом:

- .1 0,4 рассчитанной величины для столкновений плюс; и
- .2 0,6 рассчитанной величины для посадки на мель.

5.1.3 Для случаев посадки на мель следует производить отдельные расчеты при высоте прилива 0 метров и снижении высоты прилива на 2,5 метра. Параметры вылива для условий посадки на мель должны быть средней величиной, рассчитанной следующим образом:

- .1 0,7 при высоте прилива 0 м; и
- .2 0,3 при снижении высоты прилива на 2,5 м.

5.1.4 Случаи повреждения и связанный с этим фактор вероятности P_i для каждого случая повреждения следует определять на основании функций плотности распределения повреждений, установленных в пункте 5.2.

5.1.5 Для расчета параметров вылива применяются следующие общие предположения:

- .1 Следует предполагать, что судно загружено до осадки на грузовой марке d_s с нулевым дифферентом и креном. Следует предполагать, что все грузовые танки загружены на 98% вместимости. Номинальная плотность груза нефти должна рассчитываться следующим образом:

$$\rho_n = 1000 (DW)/C \text{ (кг/м}^3\text{)} \quad (5.1.5.1)$$

- .2 Для целей этих расчетов вылива следует предполагать, что проницаемость каждого отсека в пределах грузового блока, включая грузовые танки, балластные танки и другие помещения, не предназначенные для перевозки нефти, составляет 0,99, если не доказано иное.
- .3 Для всех случаев повреждения в результате столкновения следует предполагать, что все содержимое всех поврежденных нефтяных танков вылито в море, если не доказано иное.
- .4 Для всех случаев посадки на мель следует предполагать, что судно село на мель на шельфе. Предполагаемые осадки судна при посадке на мель до приливных изменений должны быть равны исходным осадкам до повреждения. Если судно получит дифферент или будет свободно держаться на воде ввиду вылива нефти, это следует учитывать в расчетах окончательного проекта для постройки танкера.
- .5 Обычно следует предполагать, что избыточное давление инертного газа составляет 0,05 бара, если установлена система инертного газа, а в иных случаях следует предполагать, что избыточное давление инертного газа равно нулю.
- .6 Для расчета вылива нефти в случае посадки на мель следует применять принципы гидростатического равновесия, а положение повреждения, используемое для расчетов давления гидростатического равновесия и связанных с этим расчетов вылива нефти, должно быть в самой нижней точке грузового танка.

- .7 Для грузовых танков, ограниченных днищевой обшивкой, если не доказано иное, следует предполагать, что вылив нефти, равный 1% объема поврежденного танка, является причиной первоначальных потерь при вытеснении нефти водой и динамических нагрузок под воздействием течения и волн.
- .8 Для поврежденных негрузовых отсеков, расположенных полностью или частично ниже поврежденных нефтяных танков, следует предполагать, что заполненный водой объем этих отсеков в состоянии равновесия содержит 50% нефти и 50% морской воды по объему, если не доказано иное.
- .9 Если это считается необходимым, могут потребоваться модельные испытания для определения влияния прилива, течения и волнения на показатели вылива нефти.
- .10 Для конструкций судов, которые включают системы перекачки груза для сокращения вылива нефти, должны быть предусмотрены расчеты, иллюстрирующие эффективность таких устройств. Для этих расчетов следует принимать отверстия при повреждении, соответствующие функциям плотности распределения повреждений, определенным в 5.2.
- .11 Если для окончательного проекта для постройки танкера, упомянутого в пункте 3.3, и в особых случаях, упомянутых в пункте 4.1.3, требуются расчеты аварийной остойчивости, должно применяться следующее:

Расчет аварийной остойчивости следует производить для каждого случая повреждения. Остойчивость в конечной стадии затопления следует рассматривать достаточной, если соблюдаются требования правила I/25 3) Конвенции МАРПОЛ.

Если судно не отвечает критериям выживаемости, определенным в правиле I/25 3) Конвенции МАРПОЛ, для этого случая повреждения следует предполагать 100-процентный вылив нефти из всех грузовых танков.

5.2 Расчетные повреждения

5.2.1 Общие положения, определения

Расчетные повреждения для вероятностного анализа вылива нефти приводятся с точки зрения функций плотности распределения повреждений, установленных в пунктах 5.2.2 и 5.2.3. Эти функции представлены в таком масштабе, что общая вероятность для каждого параметра повреждения равна 100% (т.е. площадь, ограниченная каждой кривой, равна 1,0).

Положение повреждения всегда соответствует центру повреждения. Следует предполагать, что положение и протяженность повреждения до палубы второго дна или вертикальной переборки являются такими же, как и у повреждения внешнего корпуса, установленного на основании статистических данных.

Следует предполагать, что положение и протяженность повреждения до границ отсека имеют прямоугольную форму, следуя контуру корпуса в пределах, определенных в пунктах 5.2.2 и 5.2.3.

Для целей пунктов 5.2.2 и 5.2.3 применяются следующие определения:

x	–	безразмерная величина расстояния от кормового перпендикуляра относительно длины судна между перпендикулярами
y	–	безразмерная величина продольной протяженности повреждения относительно длины судна между перпендикулярами
z_t	–	безразмерная величина поперечной протяженности проникновения относительно ширины судна
z_v	–	безразмерная величина вертикальной протяженности проникновения относительно высоты борта судна
z_l	–	безразмерная величина расстояния по вертикали между основной линией и центром вертикальной протяженности z_v относительно расстояния между основной линией и уровнем палубы (обычно высота борта судна)
b	–	безразмерная величина поперечной протяженности повреждения днища относительно ширины судна
b_l	–	безразмерная величина поперечного положения повреждения днища относительно ширины судна.

5.2.2 Повреждение борта в результате столкновения

Функция для продольного положения:

$$f_{s1} = 1,0 \quad \text{для } 0 \leq x \leq 0,1;$$

функция для продольной протяженности:

$$\begin{aligned} f_{s2} &= 11,95 - 84,5y && \text{для } y \leq 0,1 \\ f_{s2} &= 6,65 - 31,5y && \text{для } 0,1 < y \leq 0,2 \\ f_{s2} &= 0,35 && \text{для } 0,2 < y \leq 0,3; \end{aligned}$$

функция для поперечного проникновения:

$$\begin{aligned} f_{s3} &= 24,96 - 399,2z_t && \text{для } z_t \leq 0,05 \\ f_{s3} &= 9,44 - 88,8z_t && \text{для } 0,05 < z_t \leq 0,1 \\ f_{s3} &= 0,56 && \text{для } 0,1 < z_t \leq 0,3; \end{aligned}$$

функция для вертикальной протяженности:

$$\begin{aligned} f_{s4} &= 3,83 - 11,1z_v && \text{для } z_v \leq 0,3 \\ f_{s4} &= 0,5 && \text{для } z_v > 0,3; \end{aligned}$$

функция для вертикального положения:

$$\begin{aligned} f_{s5} &= z_l && \text{для } z_l \leq 0,25 \\ f_{s5} &= 5z_l - 1,0 && \text{для } 0,25 < z_l \leq 0,5 \\ f_{s5} &= 1,50 && \text{для } 0,5 < z_l \leq 1,0. \end{aligned}$$

Графики функций f_{s1} , f_{s2} , f_{s3} , f_{s4} и f_{s5} показаны на рисунках 1 и 2.

5.2.3 Повреждение днища в результате посадки на мель

Функция для продольного положения:

$$\begin{aligned} f_{b1} &= 0,2 + 0,8x && \text{для } x \leq 0,5 \\ f_{b1} &= 4x - 1,4 && \text{для } 0,5 < x \leq 1,0; \end{aligned}$$

функция для продольной протяженности:

$$\begin{aligned} f_{b2} &= 4,5 - 13,33y && \text{для } y \leq 0,3 \\ f_{b2} &= 0,5 && \text{для } 0,3 < y \leq 0,8; \end{aligned}$$

функция для вертикального проникновения:

$$\begin{aligned} f_{b3} &= 14,5 - 134z_v && \text{для } z_v \leq 0,1 \\ f_{b3} &= 1,1 && \text{для } 0,1 < z_v \leq 0,3; \end{aligned}$$

функция для поперечной протяженности:

$$\begin{aligned} f_{b4} &= 4,0 - 12b && \text{для } b \leq 0,3 \\ f_{b4} &= 0,4 && \text{для } 0,3 < b \leq 0,9 \\ f_{b4} &= 12b - 10,4 && \text{для } b > 0,9; \end{aligned}$$

функция для поперечного положения:

$$f_{b5} = 1,0 \quad \text{для } 0 \leq b_1 \leq 1,0.$$

Графики функций f_{b1} , f_{b2} , f_{b3} , f_{b4} и f_{b5} показаны на рисунках 3 и 4.

6 Вероятностная методология расчета вылива нефти

6.1 *Случаи повреждений*

6.1.1 С использованием функций распределения вероятности повреждений, установленных в пункте 5.2, все случаи повреждений n согласно пункту 4.3 следует оценить и расположить по возрастающей относительно вылива нефти. Следует рассчитать интегральную вероятность всех случаев повреждений, которая является суммой вероятностей, начиная со случая повреждения с минимальным выливом и заканчивая случаем повреждения с максимальным выливом. Интегральная вероятность для всех случаев повреждений должна быть равной 1,0.

6.1.2 Для каждого случая повреждения следует оценивать последствия повреждения с точки зрения проникновений (пробоин) границ грузового танка и рассчитывать соответствующий вылив нефти. Следует считать, что грузовой танк имеет пробоину в рассматриваемом случае повреждения, если применимые размеры повреждения достигают любой части границ грузового танка.

6.1.3 При определении случаев повреждений для целей настоящих расчетов следует предполагать, что положение, протяженность и глубина проникновения повреждений независимы друг от друга.

6.2 Расчеты вылива нефти

6.2.1 Вероятностные расчеты вылива нефти могут производиться, как указано в "Примере применения Пересмотренного временного руководства", приведенном в дополнении к настоящему Руководству. Могут допускаться другие методы расчетов при условии, что они обеспечивают приемлемую точность.

6.2.2 Компьютерную программу, используемую для анализа вылива нефти, следует проверять по данным параметров вылива нефти для типовых конструкций двойного корпуса, приведенных в разделе 7.

6.2.3 После определения конечной ватерлинии следует рассчитать вылив нефти из каждого поврежденного грузового танка для каждого случая повреждения согласно предположениям, установленным в пункте 5.1.5.

7 Типовые конструкции двойного корпуса

7.1 Данные о четырех типовых конструкциях двойного корпуса – дедвейт 5 000 т, 60 000 т, 150 000 т и 283 000 т – кратко изложены в таблицах 7.1 и 7.2 и проиллюстрированы на рисунках 5–8. В таблице 7.1 также содержатся данные о параметрах вылива нефти P_{OR} , O_{MR} и O_{ER} , используемые при одобрении концепции конструкции (выживаемость судна не учитывается).

7.2 В таблице 7.2 содержатся соответствующие данные, используемые при одобрении проекта для постройки танкера (выживаемость судна учитывается).

Таблица 7.1 – Параметры вылива нефти (выживаемость судна не учитывается)

Номер типовой конструкции	Дедвейт, метрические тонны	Параметры вылива нефти (выживаемость судна не учитывается)		
		P_{OR}	O_{MR}	O_{ER}
1	5 000	0,81	0,013	0,098
2	60 000	0,81	0,012	0,089
3	150 000	0,79	0,014	0,101
4	283 000	0,77	0,012	0,077

Таблица 7.2 – Параметры вылива нефти (выживаемость судна учитывается)

Номер типовой конструкции	Дедвейт, метрические тонны	Параметры вылива нефти (выживаемость судна учитывается)		
		P_{OR}	O_{MR}	O_{ER}
1	5 000	0,72	0,110	0,440
2	60 000	0,81	0,019	0,157
3	150 000	0,79	0,016	0,114
4	283 000	0,77	0,014	0,093

(Вышеуказанные таблицы заменяют существующие таблицы 7.1 и 7.2)

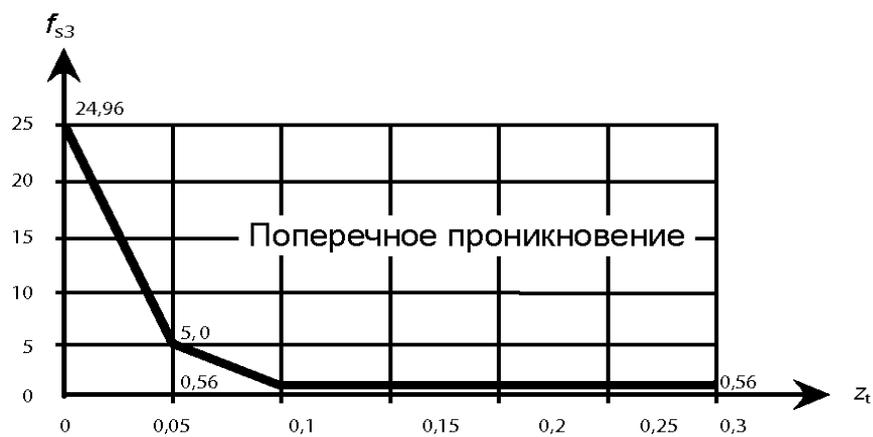
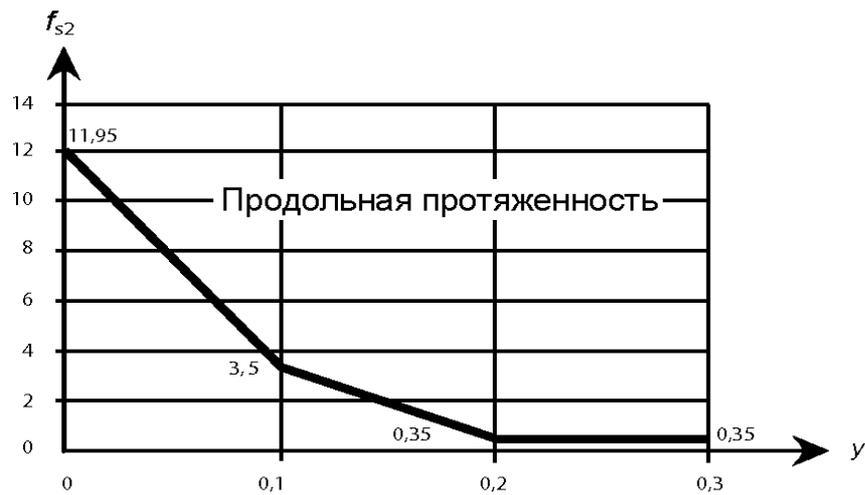
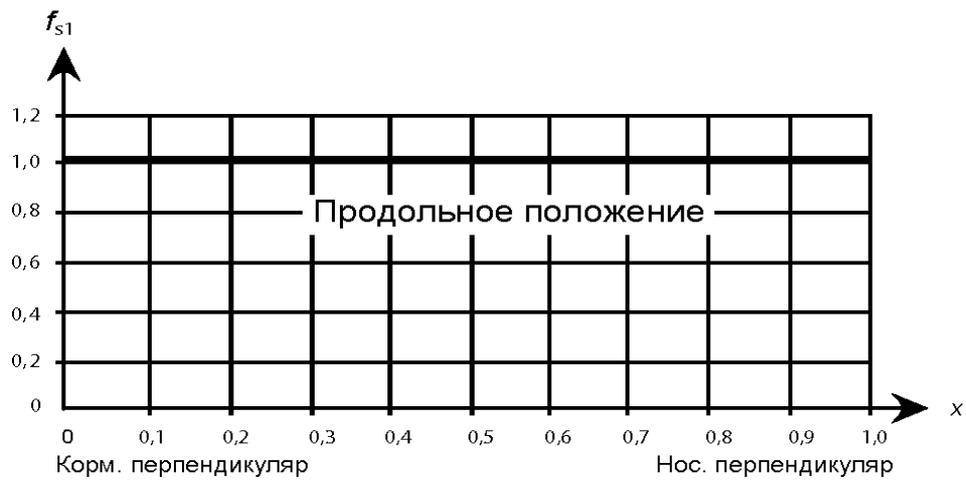
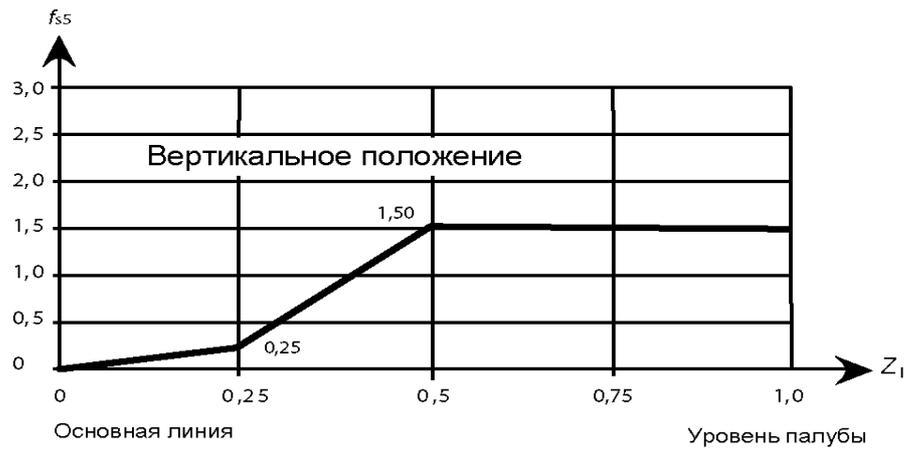
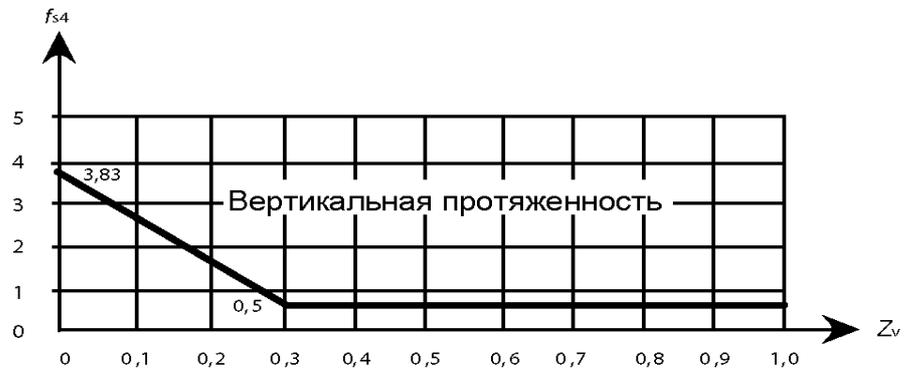


Рис. 1 – Повреждение борта в результате столкновения:
 функции плотности распределения f_{s1}, f_{s2}, f_{s3}

99132



88/124

**Рис. 2 – Повреждение борта в результате столкновения:
функции плотности распределения f_{s4} и f_{s5}**

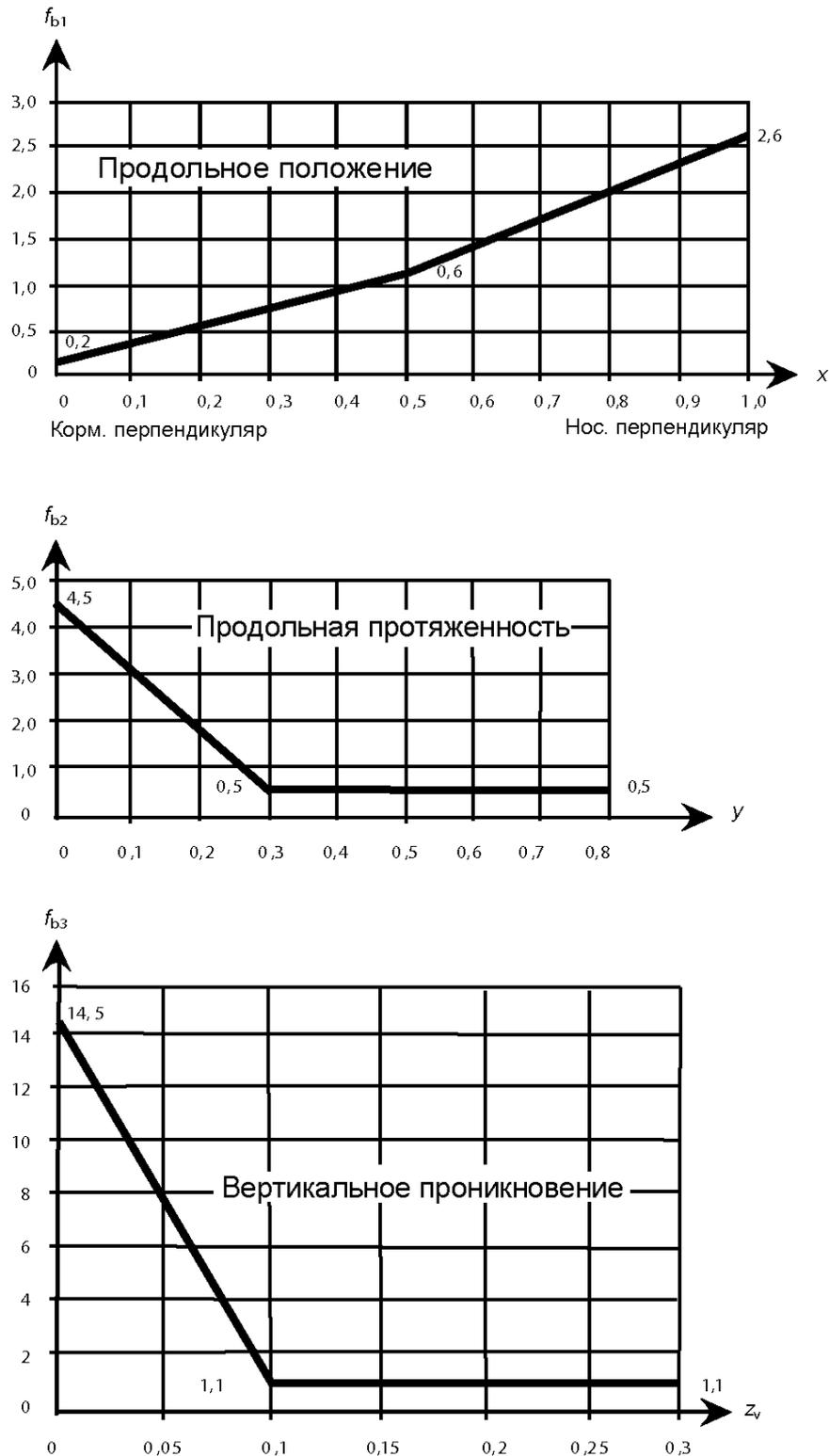
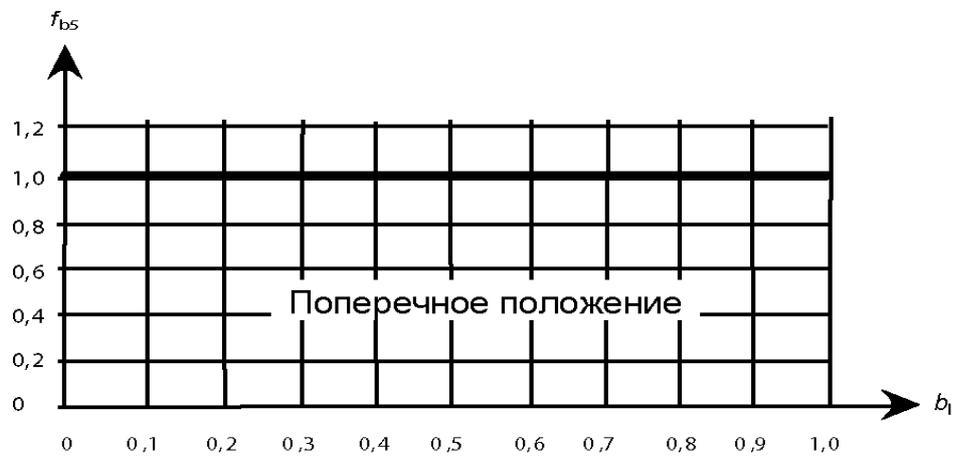
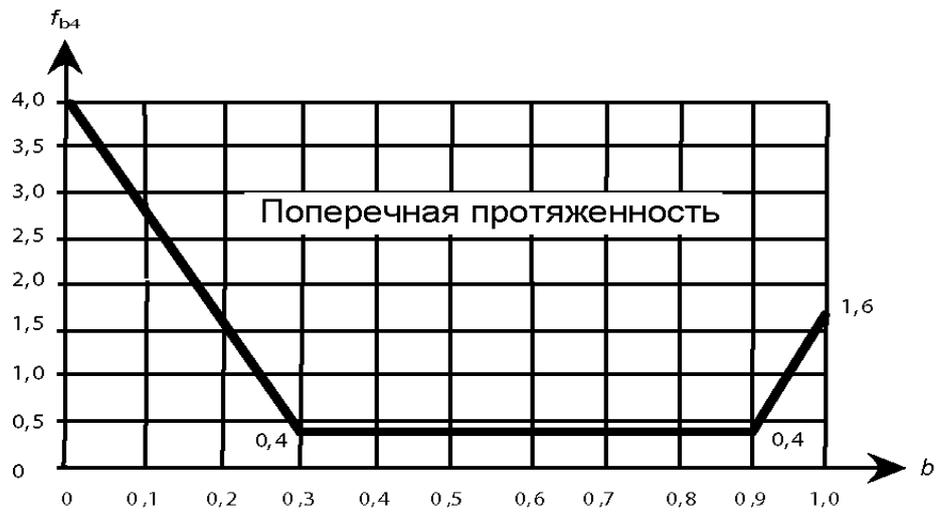
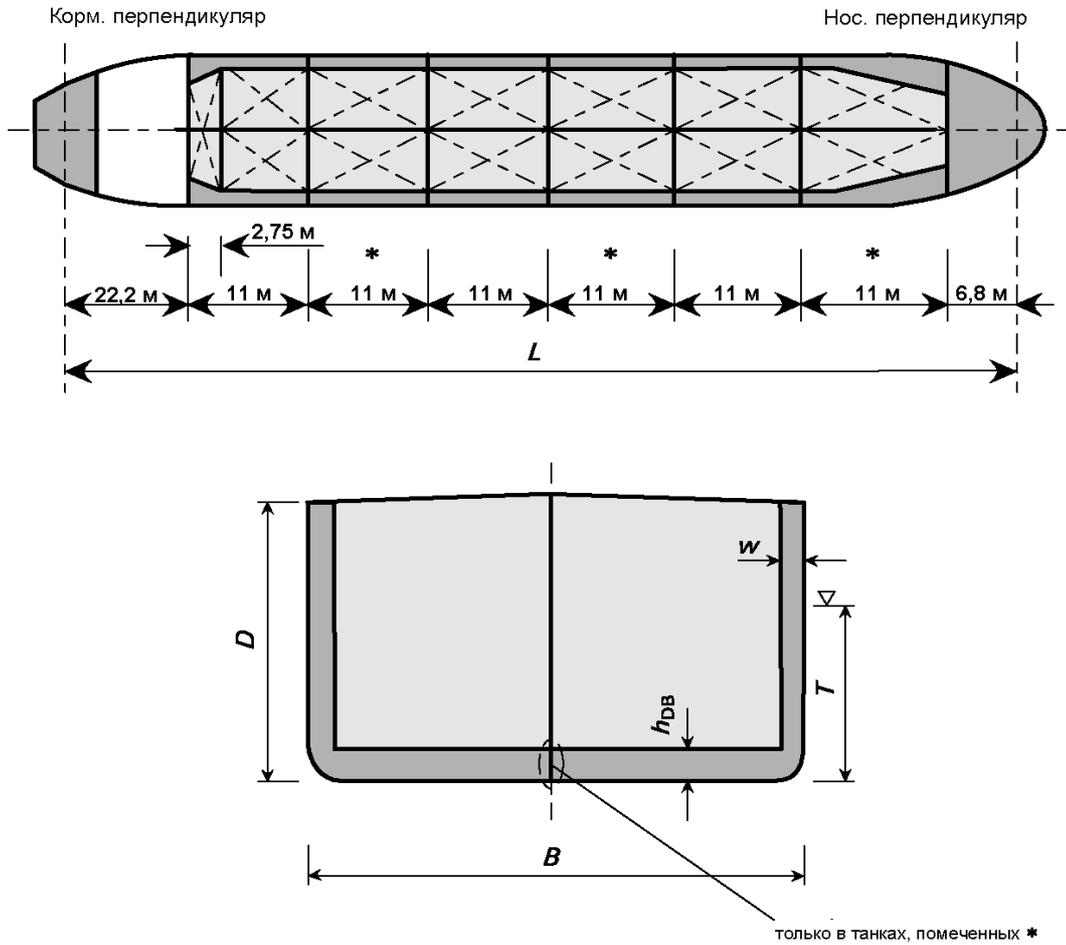


Рис. 3 – Повреждение дна в результате посадки на мель: функции плотности распределения f_{b1} , f_{b2} , f_{b3}



93126

**Рис. 4 – Повреждение дна в результате посадки на мель:
функции плотности распределения f_{b4} и f_{b5}**



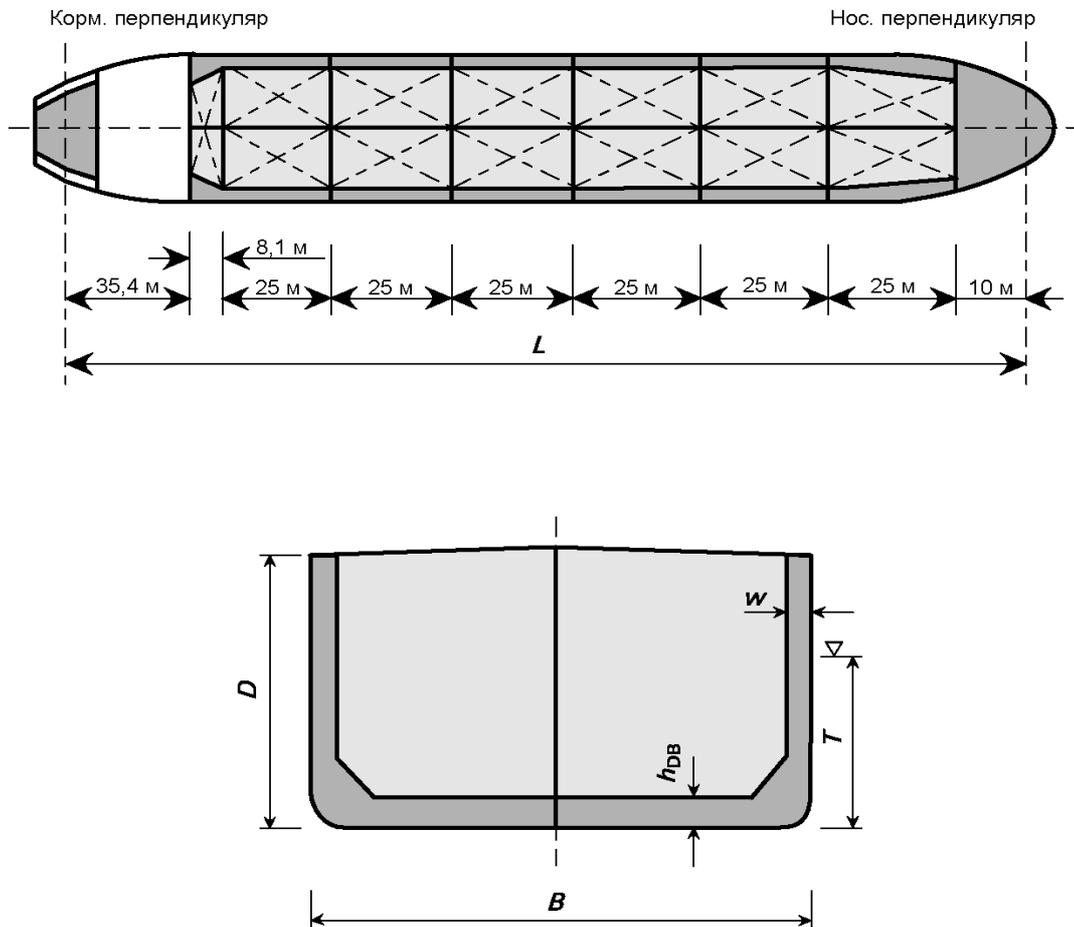
Балласт
 Груз

L = 95,00 м
 B = 16,50 м
 D = 8,30 м
 T = 6,20 м
 $h_{ДВ}$ = 1,10 м
 w = 1,00 м

Объем груза нефти при заполнении танка на 98%: 6,061 м³
 Плотность груза нефти: 0,825 т/м³

95159

Рис. 5 – Типовая конструкция двойного корпуса № 1
 Дедвейт: 5 000 т



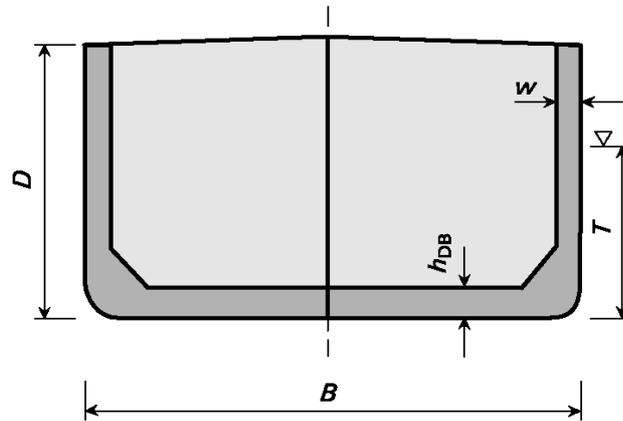
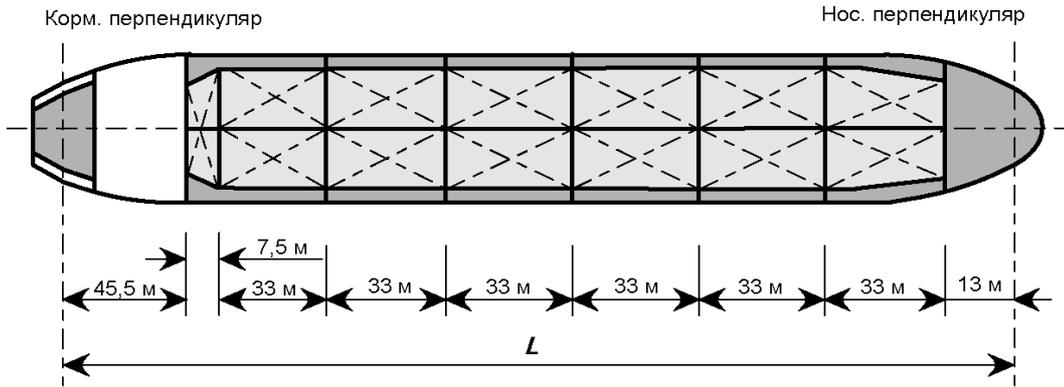
Балласт
 Груз

L = 203,50 м
 B = 36,00 м
 D = 18,00 м
 T = 13,50 м
 h_{DB} = 2,00 м
 w = 2,00 м

Объем груза нефти при заполнении танка на 98%: $70,175 \text{ м}^3$
 Плотность груза нефти: $0,855 \text{ т/м}^3$

95160

Рис. 6 – Типовая конструкция двойного корпуса № 2
 Дедвейт: 60 000 т



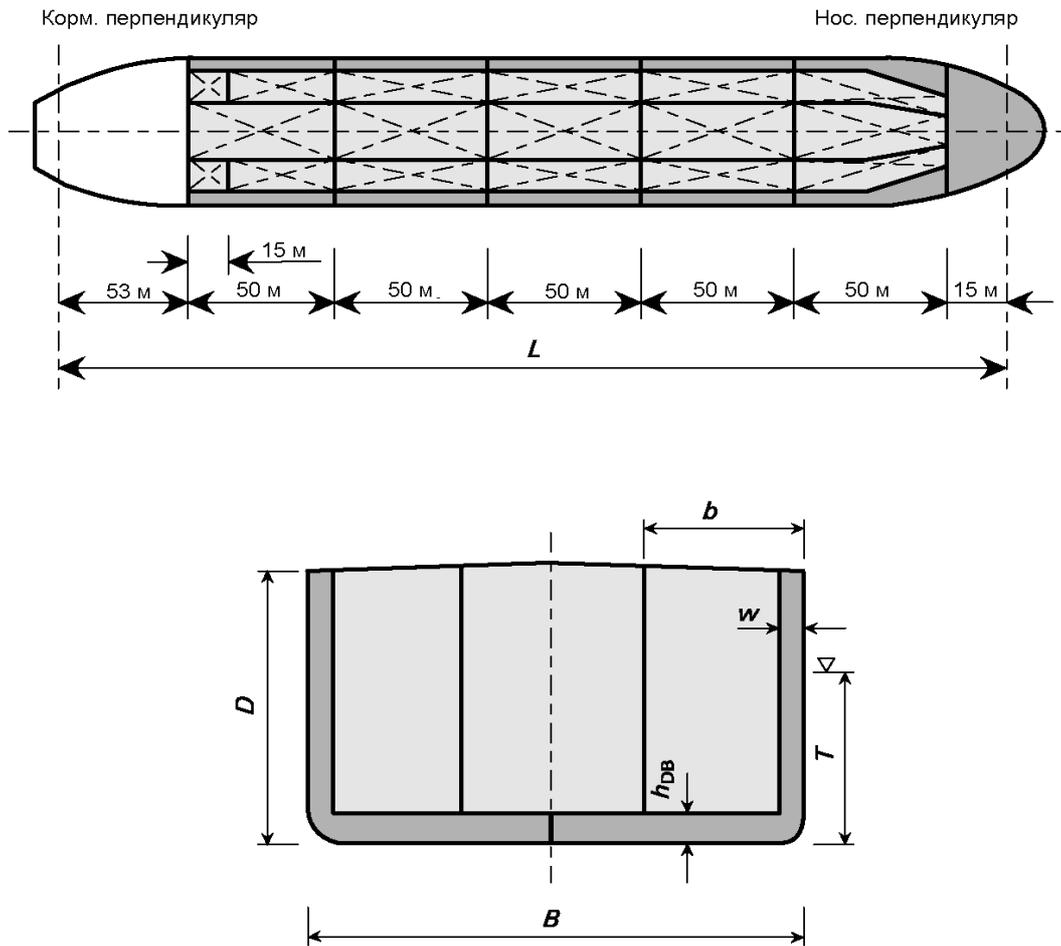
Балласт
 Груз

$L = 264,00$ м
 $B = 48,00$ м
 $D = 24,00$ м
 $T = 16,80$ м
 $h_{DB} = 2,32$ м
 $w = 2,00$ м

Объем груза нефти при заполнении танка на 98%: $175,439 \text{ м}^3$
 Плотность груза нефти: $0,855 \text{ т/м}^3$

95161

**Рис. 7 – Типовая конструкция двойного корпуса № 3:
 Дедвейт: 150 000 т**



Балласт
 Груз

- L = 318,00 м
- B = 57,00 м
- D = 31,00 м
- T = 22,00 м
- b = 18,00 м
- $h_{ДВ}$ = 4,20 м
- w = 2,00 м

Объем груза нефти при заполнении танка на 98%: 330.994 м³
 Плотность груза нефти: 0,855 т/м³

95122

**Рис. 8 – Типовая конструкция двойного корпуса № 4:
 Дедвейт: 283 000 т**

ДОПОЛНЕНИЕ

ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРЕСМОТРЕННОГО ВРЕМЕННОГО РУКОВОДСТВА

1 Общие положения

1.1 Применение Пересмотренного временного руководства, далее именуемого "Руководство", приведено в следующем рабочем примере, иллюстрирующем метод расчета параметров вылива нефти для наливной баржи. Для наглядности приняты упрощенные форма корпуса и уровень деления на отсеки. Описанные в настоящем дополнении методы легко преобразуются для компьютерного применения, которое будет необходимо при оценке более сложных устройств. Настоящий пример оценивается в соответствии с требованиями к "одобрению концепции". Отмечаются дополнительные требования к одобрению проекта для постройки танкера, если они применимы.

1.2 Применение Руководства будет обычно осуществляться в соответствии с семью основными этапами:

- .1 **Конструкция судна:** В соответствии с пунктом 3.1 Руководства судно проектируется согласно всем применимым правилам Приложения I к Конвенции МАРПОЛ.
- .2 **Определение состояния в полном грузу:** В соответствии с пунктом 5.1.5 Руководства разрабатывается состояние в полном грузу.
- .3 **Установление случаев повреждений:** Путем применения предусмотренных в Руководстве функций распределения плотности повреждений определить каждую отдельную группу поврежденных отсеков и вероятность, связанную с этим случаем повреждения. Выводятся отдельные комплекты случаев повреждений для повреждения борта (столкновение) и днища (посадка на мель).
- .4 **Расчет состояния равновесия для каждого случая повреждения:** Рассчитать конечное состояние равновесия для всех случаев повреждений борта и днища. Этот этап требуется только для окончательного проекта для постройки танкера в соответствии с пунктом 5.1.5.10 Руководства.
- .5 **Расчет вылива нефти для каждого случая повреждения:** Рассчитать вылив нефти для каждого случая повреждения. Производятся отдельные расчеты для повреждения борта и повреждения днища при высоте прилива 0,0 м и снижении высоты прилива на 2,5 м. Для повреждения борта предполагается, что вся нефть выливается из поврежденных танков. Для повреждения днища применяется метод гидростатического равновесия. Для окончательного проекта для постройки танкера выживаемость оценивается в соответствии с требованиями правила I/25 3) Конвенции МАРПОЛ.
- .6 **Расчет параметров вылива нефти:** Разрабатывается интегральная вероятность происшествия каждого уровня вылива нефти. Это производится для повреждения борта и для повреждения днища при каждом состоянии

прилива. Затем рассчитываются соответствующие параметры вылива нефти. Параметры вылива нефти при повреждении днища с учетом состояния прилива суммируются в соответствии с пунктом 5.1.3, а затем параметры повреждения борта и днища суммируются в соответствии с пунктом 5.1.2 Руководства.

- 7 **Расчет индекса предотвращения загрязнения E** : Новая конструкция имеет удовлетворительные характеристики, если индекс E, определенный в пункте 4.2 Руководства, больше или равен 1,0.

2 Метод анализа

В настоящем разделе описываются основные этапы 1–6.

2.1 Этап 1: Конструкция судна

Устройство и размеры примерной баржи указаны на рисунке А1 (Устройство баржи). Для ясности выбрано упрощенное устройство, которое не отвечает всем требованиям МАРПОЛ 73/78. Однако в отношении фактических конструкций, представляемых для одобрения в качестве альтернативы двойному корпусу, судно должно отвечать всем применимым правилам Приложения I к МАРПОЛ 73/78.

2.2 Этап 2: Определение состояния в полном грузу

Разрабатывается состояние неповрежденного судна в полном грузу, когда оно имеет максимальную назначенную грузовую марку и нулевой дифферент и крен. Следует предполагать, что количество постоянных и расходуемых грузов (жидкое топливо, дизельное топливо, пресная вода, смазочное масло и т.д.) соответствует их количеству при отходе судна. Вместимость нефтяных танков должна основываться на фактической проницаемости этих отсеков. Следует предполагать, что все нефтяные танки заполнены на 98% вместимости. Весь груз нефти принимается однородным по плотности.

В настоящем примере предполагается, что проницаемость нефтяных танков составляет 0,99 и 0,95 для балластных отсеков междудонных/бортовых танков. 100-процентная вместимость нефтяных танков CO1 и CO2 составляет:

CO1:	9 623 м ³
CO2:	28 868 м ³
Всего:	38 491 м ³

Вместимость грузового танка при заполнении на 98%: $C = 0,98 \times 38\,491 = 37\,721 \text{ м}^3$.

Для упрощения предполагается нулевой вес постоянных и расходуемых грузов этой баржи. При назначенной грузовой марке 9,0 м получаются следующие величины массы W и плотности ρ_c груза нефти:

$$W = \text{водоизмещение} - \text{вес баржи порожнем} = 33\,949 \text{ т}$$

$$\rho_c = 33\,949 \text{ т} / C = 0,90 \text{ т/м}^3.$$

2.3 Этап 3: Установление случаев повреждений

На этом этапе должны быть разработаны случаи повреждений. Для этого применяются функции распределения плотности вероятностей повреждений борта (рисунки 1 и 2) и функции распределения плотности вероятностей повреждений днища (рисунки 3 и 4). Определяется каждая отдельная группа поврежденных отсеков и связанная с ней вероятность. Сумма вероятностей должна равняться 1,0 для оценки повреждения как борта, так и днища.

Существуют различные методы разработки групп отсеков и вероятностей, каждый из которых должен приводить к одинаковым результатам.

В этом примере группы отсеков и использование функций распределения плотности вероятностей показаны методом "постепенной" оценки. Этот метод включает поэтапное рассмотрение каждого положения и протяженности повреждения с достаточно небольшим приращением. Например, предполагается (для повреждения борта) проходить функции следующим образом: продольное положение – 100 шагов, продольная протяженность – 100 шагов, поперечное проникновение – 100 шагов, вертикальное положение – 10 шагов и вертикальная протяженность – 100 шагов. Таким образом, получаем 10^9 вариантов повреждения. Вероятность каждого шага равна площади, ограниченной кривой распределения плотности вероятностей для этого приращения. Вероятность каждого случая повреждения является произведением вероятностей пяти функций. Существует много избыточных вариантов, при которых происходит повреждение тех же самых отсеков. Они комбинируются путем суммирования их вероятностей. Для типичного танкера с двойным корпусом 10^9 вариантов повреждений уменьшаются до 100–400 отдельных групп отсеков.

2.3.1 Оценка повреждений борта

Функции распределения плотности повреждений дают независимые статистические данные о положении, длине и проникновении. Для повреждения борта вероятность продольного положения, продольной протяженности, поперечного проникновения, вертикального положения и вертикальной протяженности данного повреждения является произведением вероятностей этих пяти характеристик повреждения.

Для облегчения расчетов в примере приняты достаточно грубые приращения:

Продольное положение через 10 шагов:	= $L/10$	= $0,10L$ на 1 шаг
Продольная протяженность через 3 шага:	= $0,3L/3$	= $0,10L$ на 1 шаг
Поперечное проникновение через 6 шагов:	= $0,3B/6$	= $0,05B$ на 1 шаг.

Для дальнейшего упрощения оценки предполагается, что каждое повреждение простирается по вертикали без ограничения. Таким образом, вероятность вертикального положения и вертикальной протяженности принимается равной 1,0 для каждого случая повреждения. Это предположение является приемлемым, поскольку высота двойного дна составляет только 10% высоты борта судна. Принимая площадь под функцией распределения плотности для вертикального положения величиной до $0,1D$ (см. рис. 2, функция f_{ss}), получаем величину 0,005. Это означает, что вероятность того, что центр положения повреждения находится в пределах района двойного дна, составляет 1/200.

На рисунке A2 (Определение повреждения борта) показаны шаги распределения для продольного положения, продольной протяженности и поперечного проникновения в случае баржи. В таблице A1 (Приращения для постепенной оценки повреждения борта) приведены значение каждого шага, средняя величина этого шага и вероятность осуществления данного шага. Например, Z_1 охватывает протяженность поперечного проникновения, начинающуюся у бортовой обшивки и простирающуюся внутрь судна на 5% ширины. Средняя величина проникновения составляет $0,025B$ или 2,5% ширины. Вероятность осуществления шага – это вероятность того, что проникновение будет находиться в пределах от 0% до 5% ширины. Вероятность равна 0,749, что является площадью под функцией распределения плотности для поперечного проникновения (рис. 1, функция f_{s3}) в пределах от $0,0B$ до $0,05B$. Площадь под каждой функцией распределения плотности вероятностей составляет 1,0, и поэтому сумма вероятностей для всех приращений каждой функции составляет 1,0.

В совокупности будут оцениваться десять продольных положений, три продольные протяженности и шесть поперечных проникновений. Все комбинации повреждений должны рассматриваться для общего итога $(10) \times (3) \times (6) = 180$ отдельных вариантов. Поврежденные отсеки устанавливаются путем наложения на баржу каждой комбинации положения/протяженности/проникновения. Эти границы повреждения очерчивают параллелепипед. Любой отсек, который простирается в эту зону повреждения, считается поврежденным. Каждый из 180 вариантов приводит к повреждению одного или нескольких отсеков. Варианты с идентичными поврежденными отсеками сводятся в один случай повреждения путем суммирования вероятностей отдельных вариантов повреждений.

Начнем с кормовой оконечности баржи и проследуем в сторону носовой оконечности. Центр первого положения повреждения X_1 находится на расстоянии $0,05L$ в нос от транца. Средняя длина первой протяженности повреждения Y_1 составляет $0,05L$. Средняя величина первого поперечного проникновения Z_1 составляет $0,025B$. Получаемый в результате параллелепипед повреждения находится полностью в пределах отсека WB1, и поэтому повреждение имеет только этот отсек. Вероятность этого инцидента следующая:

$$P_{111}(X_1 Y_1 Z_1) = (0,1000) \times (0,7725) \times (0,7490) = 0,05786$$

Если постепенно рассмотрим поперечные проникновения Z_2-Z_6 , то обнаружим, что для каждого из этих случаев только отсек WB1 имеет повреждение. Вероятности этих случаев составляют соответственно 0,01074, 0,00216, 0,00216, 0,00216, 0,00216 и 0,00216. Комбинированная вероятность для шести случаев при продольном положении повреждения X_1 составляет:

$$P_{111-6}(X_1 Y_1 Z_{1-6}) = 0,05786 + 0,01074 + 0,00216 + 0,00216 + 0,00216 + 0,00216 = 0,07725$$

Далее переходим к протяженности повреждения Y_2 . Параллелепипед повреждения $X_1 Y_2 Z_1$ снова оказывается в пределах отсека WB1. Подобным образом, в пределы этого отсека попадают поперечные проникновения Z_2-Z_6 . Рассчитываем вероятность этих случаев и устанавливаем, что $P_{121-6}(X_1 Y_2 Z_{1-6}) = 0,01925$.

Подобным образом, параллелепипеды повреждения, ограниченные $X_1 Y_3 Z_{1-6}$, находятся в пределах отсека WB1 и имеют комбинированную вероятность $P_{131-6}(X_1 Y_3 Z_{1-6}) = 0,00350$.

Переходим теперь к следующему продольному положению X_2 . При продольной протяженности Y_1 повреждение остается в пределах отсека WB1. Комбинированная вероятность составляет $P_{211-6}(X_2Y_1Z_{1-6}) = 0,07725$.

Передняя граница параллелепипеда повреждения $X_2Y_2Z_1$ простирается в нос от поперечной переборки, расположенной в 20,0 м от транца; при этом повреждение имеют отсеки как в нос, так и в корму от этой переборки. Поперечное проникновение Z_1 простирается до точки от продольной переборки к борту. Таким образом, при этой комбинации повреждение имеют оба отсека WB1 и WB2S. Вероятность составляет $P_{221}(X_2Y_2Z_1) = 0,01442$.

Устанавливаем, что параллелепипед повреждения $X_2Y_2Z_2$ простирается внутрь судна от продольной переборки, причем повреждение имеют отсеки WB1, WB2S и CO1. Нефтяной танк получил повреждение и будет происходить вылив нефти. Подобным образом, проникновения повреждений Z_3-Z_6 приводят к повреждению трех отсеков. Комбинированная вероятность этих пяти вариантов составляет:

$$P_{222-6}(X_2Y_2Z_{2-6}) = 0,00268 + 0,00054 + 0,00054 + 0,00054 + 0,00054 = 0,00483$$

Путем постепенной оценки баржи по всем 180 вариантам и комбинирования отдельных повреждений групп отсеков получаем группу отсеков и величины вероятности, указанные в таблице A2 (Величины вероятности повреждения борта). Каждая группа отсеков представляет собой отдельный набор отсеков. Связанная с этим вероятность является вероятностью того, что каждая конкретная группа отсеков получит повреждение в случае столкновения, при котором повреждается корпус. Например, вероятность повреждения отсека WB1 составляет 0,17725. Это означает, что вероятность повреждения только этого отсека составляет приблизительно 17,7%. Подобным образом, вероятность одновременного повреждения отсеков WB1 и WB2S составляет 0,03408 или примерно 3,4%. Отметим, что интегральная вероятность происшествя для всех групп равна 1,0.

2.3.2 Оценка повреждения днища

Для повреждения днища вероятность продольного положения, продольной протяженности, вертикального проникновения, поперечного положения и поперечной протяженности данного повреждения, по аналогии с оценкой повреждения борта, является произведением вероятностей этих пяти характеристик повреждения.

Для оценки повреждения днища принимаются следующие приращения:

Продольное положение через 10 шагов:	= $L/10$	= 0,10L на 1 шаг
Продольная протяженность через 8 шагов:	= $0,8L/8$	= 0,10L на 1 шаг
Вертикальное проникновение через 6 шагов:	= $0,3D/6$	= 0,05D на 1 шаг.

Для дальнейшего упрощения оценки предполагается, что все повреждение простирается в поперечном направлении без ограничения. Таким образом, для каждого случая повреждения вероятность поперечной протяженности и поперечного положения принимается равной 1,0.

Группы отсеков разрабатываются с использованием того же метода, который ранее описан для повреждения борта.

По аналогии, необходимо оценить общий итог десяти продольных положений, восьми продольных протяженностей и шести вертикальных проникновений. Варианты повреждений, которые следует учитывать для групп, составляют в итоге $(10) \times (8) \times (6) = 480$ отдельных вариантов.

На рисунке А3 (Определение повреждения днища) показаны шаги распределения для продольного положения, продольной протяженности и вертикального проникновения в случае баржи. В таблице А3 (Приращения для постепенной оценки повреждения днища) приведены значение каждого шага, средняя величина этого шага и вероятность осуществления данного шага.

Вновь, путем объединения приращений повреждения ближайшего к корме отсека WB1 должны быть суммированы следующие вероятности:

$$\begin{aligned}P_{111-6}(X_1Y_1Z_{1-6}) &= (0,0240) \times (0,38333) \times (1,0) &= & 0,00920 \\P_{121-6}(X_1Y_2Z_{1-6}) &= (0,0240) \times (0,2500) \times (1,0) &= & 0,00600 \\P_{131-6}(X_1Y_3Z_{1-6}) &= (0,0240) \times (0,11677) \times (1,0) &= & 0,00280 \\P_{211-6}(X_2Y_1Z_{1-6}) &= (0,0320) \times (0,38333) \times (1,0) &= & 0,01227.\end{aligned}$$

Таким образом, вероятность повреждения отсека WB1 в сумме составляет:

$$P_{WB1} = P_{11} + P_{12} + P_{13} + P_{21} = 0,03027.$$

Рассмотрев каждый из 480 вариантов с соответствующим отсеком (или группами отсеков), получаем вероятность их повреждения в результате посадки на мель. Это указано в таблице А4 (Величины вероятности повреждения днища).

2.4 Этап 4: Расчет состояния равновесия для каждого случая повреждения

В этом примере описывается только анализ концепции. Анализы аварийной устойчивости для определения состояния равновесия требуются только для окончательного проекта для постройки танкера в соответствии с пунктом 5.1.5.10 Руководства.

2.5 Этап 5: Расчет вылива нефти для каждого случая повреждения

На этом этапе рассчитывается вылив нефти, связанный с каждой из групп отсеков, для повреждения борта и днища, как указано ниже.

2.5.1 Оценка повреждения борта

Для повреждения борта предполагается, что из поврежденного нефтяного танка происходит вылив в море 100% нефти. Если рассмотрим повреждение борта одиннадцати групп отсеков, то установим, что повреждение нефтяного танка происходит при трех комбинациях: только CO1, только CO2 и одновременное повреждение CO1 и CO2.

Вылив нефти из этих танков следующий:

$$\begin{aligned}\text{CO1 (98\% всего объема)} &= & 9\,430 \text{ м}^3 \\ \text{CO2 (98\% всего объема)} &= & 28\,291 \text{ м}^3 \\ \text{CO1 + CO2 (98\% всего объема)} &= & 37\,721 \text{ м}^3.\end{aligned}$$

2.5.2 Оценка повреждения днища

Для повреждения днища должен быть выполнен расчет равенства давлений. Предполагается, что судно остается на мели на шельфе с первоначальной осадкой в неповрежденном состоянии. Для анализа концепции принимаются нулевой дифферент и нулевой крен. В соответствии с пунктом 5.1.5.5 Руководства предполагается, что избыточное давление инертного газа составляет 5 кПа. Отсеки двойного дна, расположенные ниже нефтяных танков, "удерживают" некоторую часть выливаемой нефти. В соответствии с пунктом 5.1.5.8 Руководства следует предполагать, что заполненный водой объем таких отсеков содержит 50% нефти и 50% морской воды по объему в состоянии равновесия. При расчете объема нефти, удержанной этими отсеками, не делается никаких предположений относительно распределения в этих отсеках нефти и морской воды.

Обычно расчеты выполняются для двух состояний прилива: высота 0,0 м и при снижении высоты на 2,5 м.

Фактический объем нефти, потерянной из грузового танка, рассчитывается для каждого из двух состояний прилива, предполагая гидростатическое равновесие, следующим образом:

$$g z_c \rho_c + 100 \Delta p = z_s \rho_s g ,$$

где:

z_c	–	высота оставшейся нефти в поврежденном танке (м)
ρ_c	–	плотность груза нефти (0,9 т/м ³)
g	–	ускорение свободного падения (9,81 м/с ²)
Δp	–	установочное давление нагнетательных/вакуумных клапанов грузового танка (5 кПа)
z_s	–	высота заборной воды над внутренним дном (м)
z_s	=	$T - 2 = 7,0$ м
ρ_s	–	плотность морской воды (1,025 т/м ³)

См. также рис. А4.

Из вышеуказанного уравнения получаем высоту оставшейся нефти z_c при нулевом состоянии прилива:

$$z_c = 7,40 \text{ м.}$$

Таким образом, высота потерянной нефти ($h_1 = 0,98 h_c - z_c$) составляет:

$$h_1 = 17,64 - 7,40 = 10,24 \text{ м.}$$

Объем потерянной нефти (V_1) из грузового танка CO1 составляет:

$$V_1 = 10,24 \times 36 \times 15 \times 0,99 = 5\,474 \text{ м}^3.$$

В этом случае общий объем V_{wO} нефти и воды в танках водяного балласта составляет:

$$V_{wO} = 2 \times [20 \times 2 + z_{wO} \times 2] \times 60 \times 0,95 = 6\,202 \text{ м}^3,$$

где:

$$z_{WO} = 0,5 (z_C + z_S) = 7,20 \text{ м.}$$

Если предположим, что 50% V_{WO} занято удержанной нефтью, то получим общий объем вылива нефти $V_{\text{вылива}}$ из грузового танка CO1:

$$V_{\text{вылива}} = V_1 - 0,5V_{WO} = 2\,373 \text{ м}^3.$$

Объем вылива нефти из грузового танка CO2 составляет:

$$V_{\text{вылива}} = 10,24 \times 36 \times 45 \times 0,99 - 0,5 \times 6\,202 = 13\,322 \text{ м}^3,$$

а общий объем вылива нефти из грузовых танков CO1 и CO2 составляет:

$$V_{\text{вылива}} = 10,24 \times 36 \times 60 \times 0,99 - 0,5 \times 6\,202 = 18\,796 \text{ м}^3.$$

Поэтапное рассмотрение протяженностей повреждения и предполагаемых приращений имеет результатом четырнадцать групп отсеков для повреждения днища. Повреждение нефтяного танка и двойного дна происходит при трех комбинациях. Объемы вылива нефти из этих танков при высоте прилива 0,0 м и снижении высоты прилива на 2,5 м указаны в нижеприведенной таблице:

<i>Комбинация танков</i>	Вылив нефти (м³) при	
	высоте прилива 0,0 м	снижении высоты прилива на 2,5 м
WB2S + WB2P + CO1	2 373	3 862
WB2S + WB2P + CO2	13 322	17 244
WB2S + WB2P + CO1 + CO2	18 796	23 935

2.6 Этап 6: Расчет параметров вылива нефти

На этом этапе рассчитываются параметры вылива нефти в соответствии с пунктом 4.3 Руководства. Для облегчения расчета этих параметров следует расположить группы повреждений в таблицу по возрастающей в качестве функции вылива нефти. Рассчитывается сумма вероятностей, начиная со случая повреждения с минимальным выливом и заканчивая случаем повреждения с максимальным выливом. В таблицах А5 и А6 (Интегральная вероятность и величины вылива нефти) содержатся величины вылива при повреждении борта и повреждении днища при двух состояниях прилива.

Вероятность нулевого вылива P_0 : Этот параметр равен интегральной вероятности всех случаев повреждений, при которых вылива нефти не происходит. Из таблицы А5 видно, что вероятность нулевого вылива при повреждении борта составляет 0,83798, а вероятность нулевого вылива при повреждении днища (высота прилива 0,0 м) составляет 0,84313.

Параметр среднего вылива O_M : Это – среднее значение всех случаев, которое получается путем суммирования произведений вероятности каждого случая повреждения и рассчитанного вылива для этого случая повреждения.

Параметр экстремального вылива O_E : Этот параметр представляет собой среднее значение случаев повреждений в пределах интегральной вероятности от 0,9 до 1,0. Он равен сумме произведений вероятности каждого случая повреждения с интегральной вероятностью от 0,90 до 1,0 и его соответствующего вылива нефти с умножением полученного результата на 10.

В настоящем примере рассчитанные величины вылива указаны в таблицах А5 и А6. В соответствии с пунктом 5.1.3 Руководства параметры вылива в результате повреждения днища при высоте прилива 0,0 м и снижении высоты прилива на 2,5 м комбинируются в отношении 0,7 : 0,3 соответственно. В соответствии с пунктом 5.1.2 параметры при столкновении (повреждение борта) и посадке на мель (повреждение днища) комбинируются затем в отношении 0,4 : 0,6 соответственно. В таблице А7 (Итоговые параметры вылива нефти) перечислены параметры вылива нефти P_O , O_M и O_E для примерной наливной баржи.

Таблица А1 – Приращения для постепенной оценки повреждения борта

Продольное положение (шаг = 0,1L)

	Значение приращений			вероятность
	минимальное	максимальное	среднее	
X ₁	0,0L	0,1L	0,05L	0,1000
X ₂	0,1L	0,2L	0,15L	0,1000
X ₃	0,2L	0,3L	0,25L	0,1000
X ₄	0,3L	0,4L	0,35L	0,1000
X ₅	0,4L	0,5L	0,45L	0,1000
X ₆	0,5L	0,6L	0,55L	0,1000
X ₇	0,6L	0,7L	0,65L	0,1000
X ₈	0,7L	0,8L	0,75L	0,1000
X ₉	0,8L	0,9L	0,85L	0,1000
X ₁₀	0,9L	1,0L	0,95L	0,1000
				1,0000

Продольная протяженность (шаг = 0,1L)

	Значение приращений			вероятность
	минимальное	максимальное	среднее	
Y ₁	0,0L	0,1L	0,05L	0,7725
Y ₂	0,1L	0,2L	0,15L	0,1925
Y ₃	0,2L	0,3L	0,25L	0,0350
				1,0000

Поперечное проникновение (шаг = 0,05B)

	Значение приращений			вероятность
	минимальное	максимальное	среднее	
Z ₁	0,0B	0,05B	0,025B	0,7490
Z ₂	0,05B	0,10B	0,075B	0,1390
Z ₃	0,10B	0,15B	0,125B	0,0280
Z ₄	0,15B	0,20B	0,175B	0,0280
Z ₅	0,20B	0,25B	0,225B	0,0280
Z ₆	0,25B	0,30B	0,275B	0,0280
				1,0000

Таблица А2 – Величины вероятности повреждения борта

Отдельные группы отсеков		Протяженности и вероятности повреждений							Вероятность для группы
1	WB1	$X_1Y_1Z_{1-6}$ 0,07725	$X_1Y_2Z_{1-6}$ 0,01925	$X_1Y_3Z_{1-6}$ 0,00350	$X_2Y_1Z_{1-6}$ 0,07725				0,17725
2	WB1 + WB2S	$X_2Y_2Z_1$ 0,01442	$X_2Y_3Z_1$ 0,00262	$X_3Y_3Z_1$ 0,00262	$X_3Y_2Z_1$ 0,01442				0,03408
3	WB1 + WB2S + CO1	$X_2Y_2Z_{2-6}$ 0,00483	$X_2Y_3Z_{2-6}$ 0,00088	$X_3Y_2Z_{2-6}$ 0,00483					
4	WB2S	$X_3Y_1Z_1$ 0,05786	$X_4Y_1Z_1$ 0,05786	$X_4Y_2Z_1$ 0,01442	$X_4Y_3Z_1$ 0,00262	$X_5Y_1Z_1$ 0,05786	$X_5Y_2Z_1$ 0,01442	$X_5Y_3Z_1$ 0,00262	0,41532
		$X_6Y_1Z_1$ 0,05786	$X_6Y_2Z_1$ 0,01442	$X_6Y_3Z_1$ 0,00262	$X_7Y_1Z_1$ 0,05786	$X_7Y_2Z_1$ 0,01442	$X_7Y_3Z_1$ 0,00262	$X_8Y_1Z_1$ 0,05786	
5	WB2S + CO1	$X_3Y_1Z_{2-6}$ 0,01939							0,01939
6	WB2S + CO1 + CO2	$X_4Y_1Z_{2-6}$ 0,01939	$X_4Y_2Z_{2-6}$ 0,00483	$X_4Y_3Z_{2-6}$ 0,00088	$X_5Y_3Z_{2-6}$ 0,00088				0,02598
7	WB1 + WB2S + CO1 + CO2	$X_3Y_3Z_{2-6}$ 0,00088							0,00088
8	WB2S + CO2	$X_5Y_1Z_{2-6}$ 0,01939	$X_5Y_2Z_{2-6}$ 0,00483	$X_6Y_1Z_{2-6}$ 0,01939	$X_6Y_2Z_{2-6}$ 0,00483	$X_6Y_3Z_{2-6}$ 0,00088	$X_7Y_1Z_{2-6}$ 0,01939	$X_7Y_2Z_{2-6}$ 0,00483	0,09381
		$X_7Y_3Z_{2-6}$ 0,00088	$X_8Y_1Z_{2-6}$ 0,01939						
9	WB2S + WB3	$X_8Y_2Z_1$ 0,01442	$X_8Y_3Z_1$ 0,00262	$X_9Y_2Z_1$ 0,01442	$X_9Y_3Z_1$ 0,00262				0,03408
10	WB2 + CO2 + WB3	$X_8Y_2Z_{2-6}$ 0,00483	$X_8Y_3Z_{2-6}$ 0,00088	$X_9Y_2Z_{2-6}$ 0,00483	$X_9Y_3Z_{2-6}$ 0,00088				0,01142
11	WB3	$X_9Y_1Z_{1-6}$ 0,07725	$X_{10}Y_1Z_{1-6}$ 0,07725	$X_{10}Y_2Z_{1-6}$ 0,01925	$X_{10}Y_3Z_{1-6}$ 0,00350				0,17725

1,0000

Таблица А3 – Приращение для постепенного определения повреждения днища

Продольное положение (шаг = 0,1L)

	Значение приращений			вероятность
	минимальное	максимальное	среднее	
X ₁	0,0L	0,1L	0,05L	0,0240
X ₂	0,1L	0,2L	0,15L	0,0320
X ₃	0,2L	0,3L	0,25L	0,0400
X ₄	0,3L	0,4L	0,35L	0,0480
X ₅	0,4L	0,5L	0,45L	0,0560
X ₆	0,5L	0,6L	0,55L	0,0800
X ₇	0,6L	0,7L	0,65L	0,1200
X ₈	0,7L	0,8L	0,75L	0,1600
X ₉	0,8L	0,9L	0,85L	0,2000
X ₁₀	0,9L	1,0L	0,95L	0,2400
				1,0000

Продольная протяженность (шаг = 0,1L)

	Значение приращений			вероятность
	минимальное	максимальное	среднее	
Y ₁	0,0L	0,1L	0,05L	0,3833
Y ₂	0,1L	0,2L	0,15L	0,2500
Y ₃	0,2L	0,3L	0,25L	0,1167
Y ₄	0,3L	0,4L	0,35L	0,0500
Y ₅	0,4L	0,5L	0,45L	0,0500
Y ₆	0,5L	0,6L	0,55L	0,0500
Y ₇	0,6L	0,7L	0,65L	0,0500
Y ₈	0,7L	0,8L	0,75L	0,0500
				1,0000

Вертикальное проникновение (шаг = 0,05D)

	Значение приращений			вероятность
	минимальное	максимальное	среднее	
Z ₁	0,0D	0,05D	0,025D	0,5575
Z ₂	0,05D	0,10D	0,075D	0,2225
Z ₃	0,10D	0,20D	0,125D	0,0550
Z ₄	0,15D	0,15D	0,175D	0,0550
Z ₅	0,20D	0,25D	0,225D	0,0550
Z ₆	0,25D	0,30D	0,275D	0,0550
				1,0000

Таблица А4 – Величины вероятности повреждения днища

Отдельные группы отсеков		Протяженности и вероятности повреждений								Вероятность для группы
1	WB1	$X_{1-2}Y_1Z_{1-6}$ 0,02147	$X_1Y_2Z_{1-6}$ 0,006	$X_1Y_3Z_{1-6}$ 0,0028						0,03027
2	WB1 + WB2S + WB2P		$X_{2-3}Y_2Z_{1-2}$ 0,01404	$X_{2-3}Y_3Z_{1-2}$ 0,00655	$X_{1-4}Y_4Z_{1-2}$ 0,00562	$X_{1-4}Y_5Z_{1-2}$ 0,00562	$X_{1-5}Y_6Z_{1-2}$ 0,0078	$X_{1-5}Y_7Z_{1-2}$ 0,0078	$X_{1-4}Y_8Z_{1-2}$ 0,00562	0,05305
3	WB2S + WB2P + WB3		$X_{8-9}Y_2Z_{1-2}$ 0,0702	$X_{8-9}Y_3Z_{1-2}$ 0,03276	$X_{7-10}Y_4Z_{1-2}$ 0,02808	$X_{7-10}Y_5Z_{1-2}$ 0,02808	$X_{6-10}Y_6Z_{1-2}$ 0,0312	$X_{6-10}Y_7Z_{1-2}$ 0,0312	$X_{7-10}Y_8Z_{1-2}$ 0,02808	0,24960
4	WB1 + WB2S +WB2P +WB3								$X_{5-6}Y_8Z_{1-2}$ 0,00530	0,00530
5	WB2S + WB2P	$X_{3-8}Y_1Z_{1-2}$ 0,1507	$X_{4-7}Y_2Z_{1-2}$ 0,05928	$X_{4-7}Y_3Z_{1-2}$ 0,02766	$X_{5-6}Y_4Z_{1-2}$ 0,0053	$X_{5-6}Y_5Z_{1-2}$ 0,0053				0,24824
6	WB3	$X_{9-10}Y_1Z_{1-6}$ 0,16867	$X_{10}Y_2Z_{1-6}$ 0,06	$X_{10}Y_3Z_{1-6}$ 0,0028						0,25667
7	WB1 + WB2S + WB2P + CO1		$X_{2-3}Y_2Z_{3-6}$ 0,00396	$X_2Y_3Z_{3-6}$ 0,0082	$X_{1-2}Y_4Z_{3-6}$ 0,00062	$X_1Y_5Z_{3-6}$ 0,00026	$X_1Y_6Z_{3-6}$ 0,00026			0,00592
8	WB2S + WB2P+ CO1	$X_3Y_1Z_{3-6}$ 0,00337								0,00337
9	WB2S + WB2P+ CO2	$X_{5-8}Y_1Z_{3-6}$ 0,03508	$X_{5-7}Y_2Z_{3-6}$ 0,01408	$X_{6-7}Y_3Z_{3-6}$ 0,00513	$X_6Y_4Z_{3-6}$ 0,00088					0,05517
10	WB2S + WB2P + WB3 + CO2		$X_{8-9}Y_2Z_{3-6}$ 0,0198	$X_{8-9}Y_3Z_{3-6}$ 0,00924	$X_{7-10}Y_4Z_{3-6}$ 0,00792	$X_{7-10}Y_5Z_{3-6}$ 0,00792	$X_{7-10}Y_6Z_{3-6}$ 0,00792	$X_{8-10}Y_7Z_{3-6}$ 0,0066	$X_{8-10}Y_8Z_{3-6}$ 0,0660	0,0660
11	WB1 + WB2S + WB2P + CO1 + CO2			$X_3Y_3Z_{3-6}$ 0,00098	$X_{3-4}Y_4Z_{3-6}$ 0,00098	$X_{2-4}Y_5Z_{3-6}$ 0,00132	$X_{2-5}Y_6Z_{3-6}$ 0,00194	$X_{1-5}Y_7Z_{3-6}$ 0,0022	$X_{1-4}Y_8Z_{3-6}$ 0,00158	0,00903
12	WB2S + WB2P + WB3+ CO1 + CO2						$X_6Y_6Z_{3-6}$ 0,00088	$X_{6-7}Y_7Z_{3-6}$ 0,0022	$X_7Y_8Z_{3-6}$ 0,00132	0,00440
13	WB1+WB2S +WB2P +WB3+ CO1 + CO2								$X_{5-6}Y_8Z_{3-6}$ 0,0015	0,00150
14	WB2S + WB2P + CO1 + CO2	$X_4Y_1Z_{3-6}$ 0,00405	$X_4Y_2Z_{3-6}$ 0,00264	$X_{4-5}Y_3Z_{3-6}$ 0,00267	$X_5Y_4Z_{3-6}$ 0,00062	$X_{5-6}Y_5Z_{3-6}$ 0,0015				0,01148
1,00000										

Таблица А5 – Интегральная вероятность и величина вылива нефти

Повреждение борта

	Группы отсеков	Вылив нефти O_i (м ³)	Вероятность P_i	Интегральная вероятность [сумма P_i]	Средний вылив нефти $P_i \times O_i$ (м ³)	Вероятность P_{ie}	Экстрем. вылив $O_{ie} \times P_{ie} \times 10$ (м ³)
	WB1	0,00	0,17725	0,17725	0,00		
	WB1 + WB2S	0,00	0,03408	0,21133	0,00		
	WB2S	0,00	0,41532	0,62665	0,00		
	WB2S + WB3	0,00	0,03408	0,66073	0,00		
	WB3	0,00	0,17725	0,83798	0,00		
	WB1 + WB2S +CO1	9430,00	0,01054	0,84852	99,39		
	WB2S+CO1	9430,00	0,01939	0,86791	182,85		
	WB2S+CO2	28291,00	0,09381	0,96172	2653,98	0,06172	17461,2052
	WB2S+CO2 + WB3	28291,00	0,01142	0,97314	323,08	0,01142	3230,8322
	WB1 + WB2S +CO1 + CO2	37721,00	0,00088	0,97402	33,19	0,00088	331,9448
	WB2S +CO1 + CO2	37721,00	0,02598	1,00000	979,99	0,02598	9799,9158
					4272,48	0,10000	30823,898

Таблица А5 – Интегральная вероятность и величина вылива нефти (продолжение)

Повреждение днища (высота прилива 0,0 м)

	Группы отсеков	Вылив нефти O_i (м ³)	Вероятность P_i	Интегральная вероятность [сумма P_i]	Средний вылив нефти $P_i \times O_i$ (м ³)	Вероятность P_{ie}	Экстрем. вылив $O_{ie} \times P_{ie} \times 10$ (м ³)
1	WB1	0,00	0,0302	0,03027	0,00		
2	WB1 + WB2S + WB2P	0,00	0,05304	0,08331	0,00		
3	WB1 + WB2S + WB2P + WB3	0,00	0,00530	0,08861	0,00		
4	WB2S + WB2P	0,00	0,24825	0,33686	0,00		
5	WB2S + WB2P+ WB3	0,00	0,24960	0,58646	0,00		
6	WB3	0,00	0,25667	0,84313	0,00		
7	WB1 + WB2S + WB2P + CO1	2373,00	0,00592	0,84905	14,05		
8	WB2S +WB2P + CO1	2373,00	0,00337	0,85242	8,00		
9	WB2S +WB2P + CO2	13322,00	0,05518	0,90760	735,11	0,00760	1012,4720
10	WB2S +WB2P + WB3 + CO2	13322,00	0,06600	0,97360	879,25	0,06600	8792,5200
11	WB1 + WB2S + WB2P + CO1 + CO2	18796,00	0,00903	0,98263	169,73	0,00903	1697,2788
12	WB3 + WB2S + WB2P + CO1 + CO2	18796,00	0,00150	0,98413	28,19	0,00150	281,9400
13	WB1 + WB2S + WB2P + WB3 + CO1 + CO2	18796,00	0,00440	0,98853	82,70	0,00440	827,0240
14	WB2S +WB2P + CO1 + CO2	18796,00	0,01147	1,00000	215,59	0,01147	2155,9012
					2132,62	0,10000	14767,1360

Таблица А6 – Интегральная вероятность и величина вылива нефти (существующая таблица для значения 2,0 м заменяется таблицей ниже)

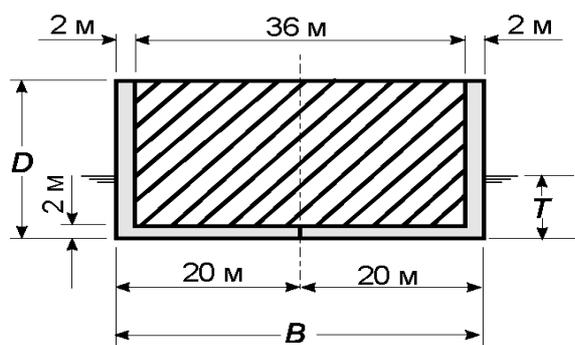
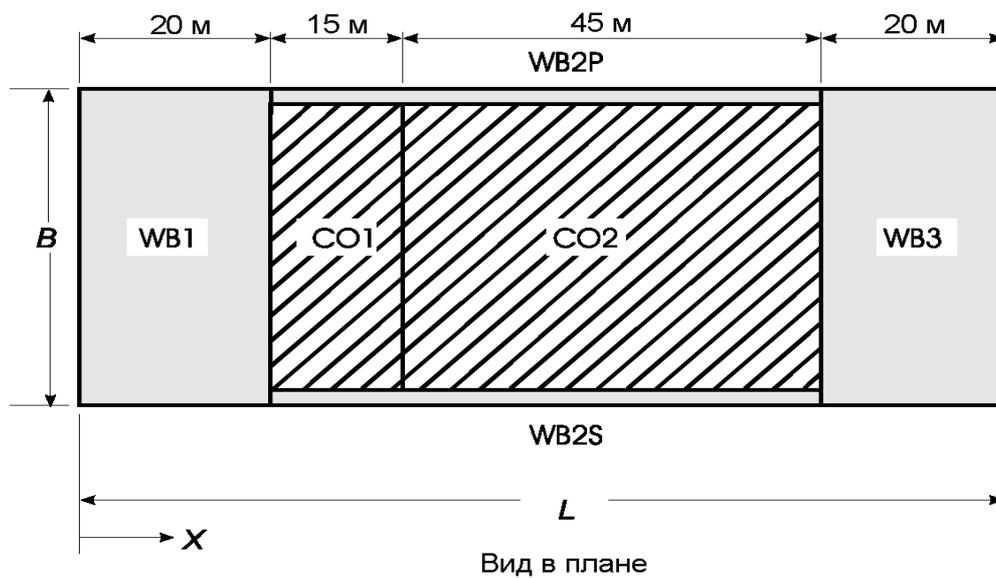
Повреждение днища (высота прилива ~~2,0~~ 2,5 м)

	Группы отсеков	Вылив нефти O_i (м ³)	Вероятность P_i	Интегральная вероятность [сумма P_i]	Средний вылив нефти $P_i \times O_i$ (м ³)	Вероятность P_{ie}	Экстрем. вылив $O_{ie} \times P_{ie} \times 10$ (м ³)
1	WB1	0,00	0,03027	0,03027	0,00		
2	WB1 +WB2P+WB2S	0,00	0,05304	0,08331	0,00		
3	WB1+WB2P+WB2S+WB3C	0,00	0,00530	0,08861	0,00		
4	WB2P+WB2S	0,00	0,24825	0,33686	0,00		
5	WB2P+WB2S+WB3	0,00	0,24960	0,58646	0,00		
6	WB3	0,00	0,25667	0,84313	0,00		
7	WB1 + WB2P + WB2S + CO1	3862,00	0,00592	0,84905	22,86		
8	WB2P+WB2S+CO1	3862,00	0,00337	0,85242	13,01		
9	WB2P+WB2S+CO2	17244,00	0,05518	0,90760	951,52	0,00760	1310,5440
10	WB2P+WB2S+WB3 + CO2	17244,00	0,06600	0,97360	1138,10	0,06600	11381,0400
11	WB1+WB2P+WB2S+CO1+CO2	23935,00	0,00903	0,98263	216,13	0,00903	2161,3305
12	WB3+WB2P+WB2S+CO1+CO2	23935,00	0,00150	0,98413	35,90	0,00150	359,0250
13	WB1+WB2P+WB2S+WB3+CO1+CO2	23935,00	0,00440	0,98853	105,31	0,00440	1053,1400
14	WB2P+WB2S+CO1+CO2	23935,00	0,01147	1,00000	274,53	0,01147	2745,3445
					2757,39	0,10000	19010,4240

Таблица А7 – Итоговые параметры вылива нефти

Повреждение днища	(70%) высота 0,0 м	(30%) высота 2.5 м	Комбиниро- ванная величина
Вероятность нулевого вылива P_0	0,8431	0,8431	0,8431
Средний вылив (м³)	2133	2757	2320
Экстремальный вылив (м³)	14767	19010	16040

Комбинированное повреждение борта и днища	(40%) Поврежде- ние борта	(60%) Повреждение днища	Комбиниро- ванная величина
Вероятность нулевого вылива P_0	0,8380	0,8431	0,8411
Средний вылив (м³)	4272	2320	3101
Экстремальный вылив (м³)	30824	16040	21954
Параметр среднего вылива O_M			0,0822
Параметр экстремального вылива O_E			0,5820

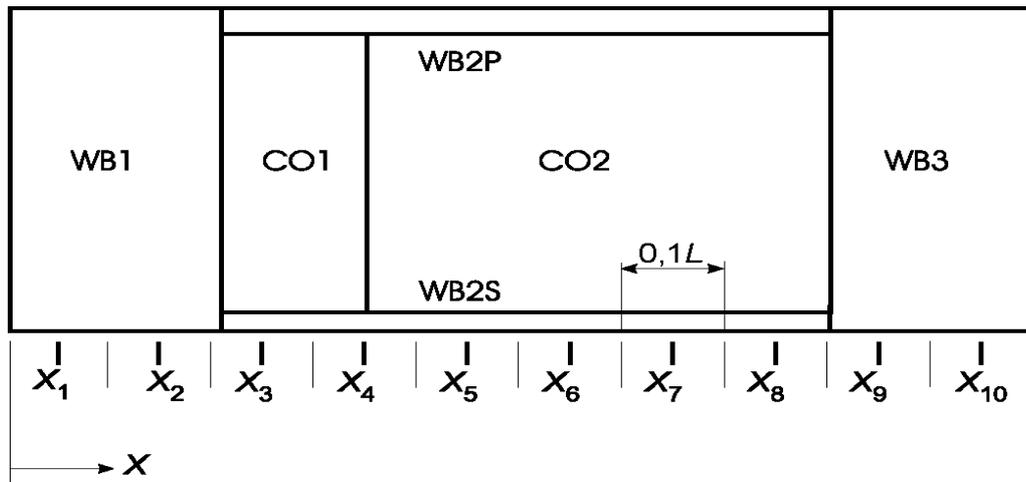


Сведения о барже

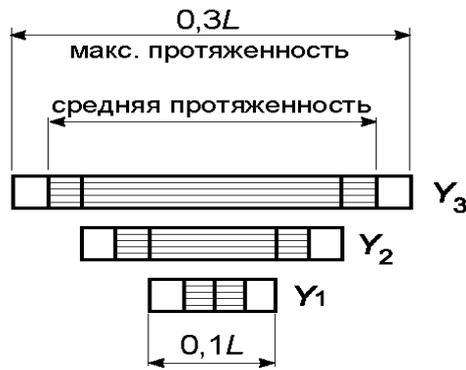
$L =$ _____ 100 м
 $B =$ _____ 40 м
 $D =$ _____ 20 м
 $T =$ _____ 9 м
 водоизмещение = _____ 36 900 т
 вес баржи порожнем = _____ 2 951 т
 CO1, CO2 = _____ нефтяные танки
 WB1, WB2, WB3 = _____ танки водяного балласта

95162

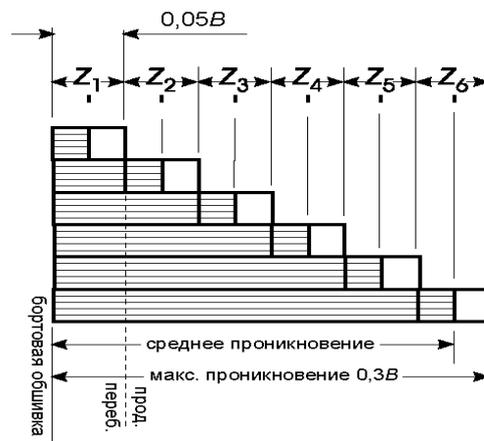
Рис. А1 – Устройство баржи



Продольное положение повреждения



Продольная протяженность повреждения



Поперечное проникновение повреждения

Рис. А2 – Определение повреждения баржи

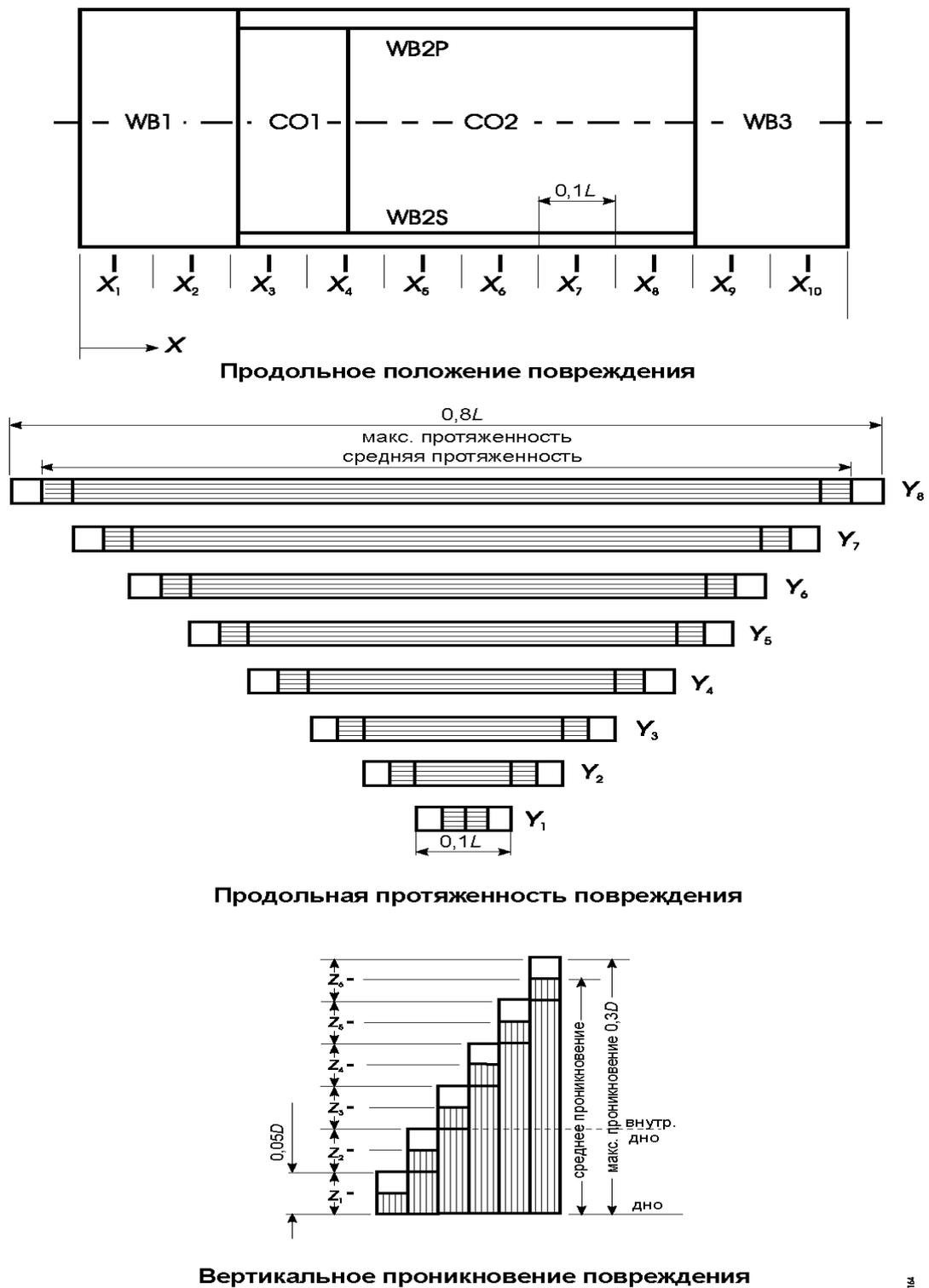
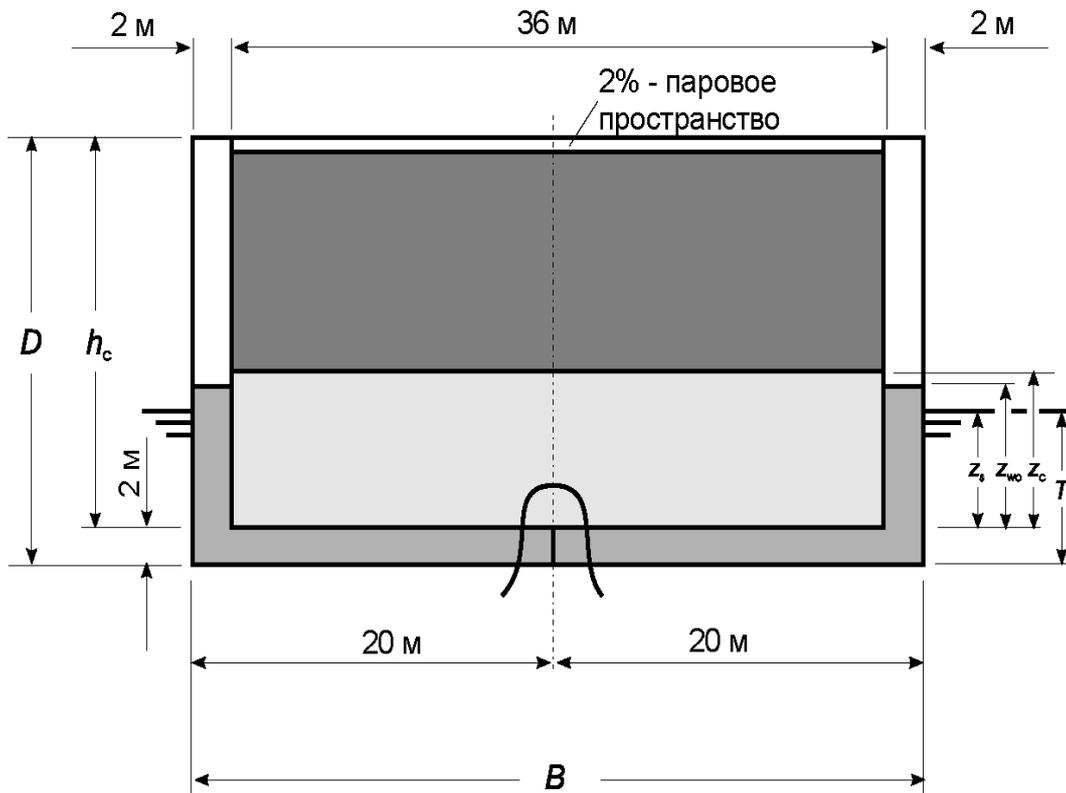


Рис. А3 – Определение повреждения дна



$L_{CO1} = 15,0 \text{ м}$

$L_{CO2} = 45,0 \text{ м}$

$L_{WB2} = 60,0 \text{ м}$

$h_c = 18,0 \text{ м}$

■ 50% нефти и 50% воды

■ нефть

■ объем нефти, потерянной из грузовых танков

95/165

Рис. А4 – Схема вылива нефти при повреждении днища
