МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ДОПУСТИМЫХ ВЕТРО-ВОЛНОВЫХ УСЛОВИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МОРСКИХ ПОРТОВ

РД 31.33.03-88

Москва·В/О"Мортехинформреклама"
1989

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ДОПУСТИМЫХ ВЕТРО-ВОЛНОВЫХ УСЛОВИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МОРСКИХ ПОРТОВ

РД 31.33.03–88

Москва В/О "Мортехинформреклама"
1989

Рекомендации по определению допустимых ветро-волновых условий при проектировании морских портов. РД 31.33.03–88. – М.: В/О "Мортехинформреклама", 1989. – 82 с.

РАЗРАБОТАНЫ Государственным проектно-изыскательским и научно-исследовательским институтом морского транспорта "Союзморниипроект"
Одесский филиал "Черноморниипроект"
Директор – канд.техн.наук В.А.Яценко
Руководитель группы стандартизации А.Ф.Долгая
Руководитель темы, заведующий лабораторией МКПА– канд.техн.наук А.П.Тюрин
Ответственные исполнители
науч.сотр. С.Н.Юрасов
мл.науч.сотр. Р.А.Подмогильная

УТВЕРЖДЕНЫ Государственным проектно-изыскательским и научно-исследовательским институтом морского транспорта "Союзморниипроект", (распоряжение № 31 от 21.07.88)

Государственный
проектно-изыскательский
и
научно-исследовательский
институт
морского транспорта
"СОЮЗМОРНИИПРОЕКТ"
21.07.88 № 31

О введении в действие
РД 31.33.03–88

Черноморниипроектом разработаны Рекомендации по определению допустимых высот волн и оценке защищенности портовых акваторий, определению безопасных ветро-волновых условий производства погрузочно-разгрузочных работ на ошвартованных судах и простоев судов по метеоусловиям.

Даны методические указания по математическому моделированию и решениям с использованием ЭВМ.

ПРЕДЛАГАЮ:

1. Ввести в действие с 01.01.89

РД 31.33.03–88 "Рекомендации по определению допустимых ветро-волновых условий при проектировании морских портов".

2. Черноморниипроекту

2.1. Обеспечить методическое руководство по внедрению РД 31.33.03–88 в практику проектирования морских портов.

2.2. Обеспечить издание и рассылку РД всем заинтересованным организациям и филиалам института.

3. Считать аннулированным с 01.01.89 РД 31.33.03–81.

Главный инженер Ю.А.Ильницкий

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ДОПУСТИМЫХ ВЕТРО-ВОЛНОВЫХ УСЛОВИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МОРСКИХ ПОРТОВ

РД 31.33.03–88

Взамен РД 31.33.03–81

Срок введения в действие
установлен с 01.01.89

Настоящие рекомендации распространяются на учет факторов гидрометеорологического режима при проектировании морских портов и устанавливают методики:

определения безопасных ветро-волновых условий для выполнения швартовных операций, стоянки ошвартованных судов и при производстве погрузочно-разгрузочных работ;

расчета режимных характеристик гидрометеопомех;

оценки стояночного времени судов с учетом гидрометеопомех;

обоснования защищенности портовых акваторий.

Действие рекомендаций не распространяется на определение волновых условий у плавучих причалов и устройств, состоящих из швартовных бочек или буев, а также у других причальных сооружений, для которых не применимы схемы взаимодействия судна с причалом, предусмотренные СНиП 2.06.04–82* и Руководством П 58–76/ВНИИГ. Для таких сооружений определение необходимых характеристик производится особым расчетом или моделированием.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Безопасные условия взаимодействия судов с причальными сооружениями при швартовке, стоянке ошвартованных судов и выполнении грузовых операций устанавливаются по указаниям раздела 2 настоящих рекомендаций в зависимости от технических характеристик судов и причальных сооружений, перегрузочных устройств и технологических схем грузовых операций, предельных величин нагрузок, допускаемых при силовом взаимодействии судна с причалом, характеристик буксиров-кантовщиков, обеспечивающих швартовные операции.

Безопасные условия для различных групп судов и причалов представляются в виде ограничений скорости сближения судна с сооружением, скоростей ветра, высот и периодов волн на акватории для осуществления перечисленных выше операций.

1.2. Допустимые высоты волн и скорости ветра при отстое судов и производстве грузовых операций для предварительных расчетов опре-

деляются согласно п. 2.2.1, 2.2.3, 2.3.1 и 2.3.4. Более точные характеристики этих факторов рассчитываются по программам WIND (п. 2.2.2, 2.3.3) и WAVE (п. 2.2.4 и 2.3.5), составленным на языке PL/–1 версии F, для ЭВМ класса ЕС с номером 1022 и выше. Тексты программ и их блок-схемы помещены в приложении 2 (рекомендуемом).

1.3. Инженерная методика по расчету стояночного времени судов содержится в п. 3.2. Способ получения режимных характеристик гидрометеопомех помещен в п. 3.1.

Для расчета стояночного времени все перегрузочные комплексы (ПК) порта условно разбиваются на независимые группы, специализированные на обработке определенных типов судов и видов грузов. ПК внутри каждой группы должны быть взаимозаменяемыми. Количество групп и входящих в них ПК может быть любым (1, 2 . . .).

1.4. Предлагаемая методика оценки стояночного времени может быть использована в тех случаях, когда интервалы времени между поступлением судов, длительность помех и интервалы времени, свободные от помех, распределены по экспоненциальному закону или по законам, близким к экспоненциальному.

Для групп с количеством ПК более одного необходимо также, чтобы вероятность помех была $\leqslant 0{,}30$ и загрузка каждого комплекса составляла величину $\leqslant 0{,}75$. Упомянутые в этом абзаце условия не ограничивают область применения методики, если группа состоит из одного ПК.

В случаях, когда хотя бы одно из перечисленных требований не выполняется, оценка стояночного времени судов определяется методом статистического моделирования на ЭВМ согласно п. 3.3 по программе FLOPP, составленной на языке PL/–1 версии F (см. приложение 2).

1.5. Исходной информацией для оптимизации защищенности портов на основе оценки стоянок флота являются:

транспортно-экономические характеристики порта;

данные о режиме ветра и волнения в районе расположения порта;

прочие характеристики (расчетные высоты волн, конструктивные особенности и сметная стоимость защитных сооружений и причалов, а также сметная стоимость перегрузочного оборудования).

1.6. Частично транспортно-экономические характеристики выдаются в техническом задании на проектирование, остальные определяются с учетом перспективы развития порта в соответствии с "Нормами технологического проектирования морских портов" (РД 31.31.37–78).

1.7. Информация о режиме ветра и волнения представляется в виде режимных функций, построенных в соответствии с Руководством П 58–76/ВНИИГ по данным срочных наблюдений на гидрометеорологических станциях и постах.

1.8. Конструкции причальных, берегозащитных и оградительных сооружений выбираются в соответствии со СНиП 2.06.01–86 "Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования", сметная стоимость этих сооружений и перегрузочного оборудования рассчитывается согласно СНиП 1У–5–82 "Сметные нормы и правила". Нагрузки на гидротехнические сооружения от волн, льда и судов определяются по рекомендациям СНиП 2.06.04–82* "Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)".

1.9. Вопрос защиты акватории от волнения решается комплексно, при этом расчет габаритов подходного канала, входа в порт, входного рейда и операционной акватории, защита акватории от заносимости и льда выполняются в соответствии с "Нормами технологического проектирования морских каналов" (ВНТП 02–79/ММФ), "Указаниями по компоновке морских портов" и "Основными положениями по проектированию морских портов с замерзающей акваторией"(РД 31.31.21–81).

1.10. Все рассматриваемые варианты компоновки оградительных сооружений должны создавать волновой режим, соответствующий условиям необходимой защищенности (п. 4.1), которые заключаются в недопустимости возникновения на внутренней акватории волн, опасных для внутрипортовых сооружений и отстоя ошвартованных судов, а также в незатопляемости территории причалов.

1.11. В порту допустимо возникновение простойных ситуаций, причиной которых является прерывание погрузочно-разгрузочных работ из-за неблагоприятного волнения, если при этом выполняются условия п. 1.10. Обоснование частоты появления таких ситуаций (достаточной защищенности порта) выполняется с учетом стоянок флота согласно п. 4.2.

2. БЕЗОПАСНЫЕ УСЛОВИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУДОВ С ПРИЧАЛЬНЫМИ СООРУЖЕНИЯМИ ПРИ ШВАРТОВКЕ, СТОЯНКЕ ОШВАРТОВАННЫХ СУДОВ, ВЫПОЛНЕНИИ ИМИ ГРУЗОВЫХ ОПЕРАЦИЙ

2.1. Швартовные операции

2.1.1. При подходе судна к причалу навал на сооружение должен осуществляться таким образом, чтобы возникающие нагрузки не превы-

сили значений, определяемых прочностью причала, борта судна и характеристиками отбойных устройств.

С этой целью для всех рассматриваемых групп судов и причалов устанавливаются допустимые скорости подхода судна к сооружению $v_{доп}$, которые не должны быть превышены при эксплуатации (м/с):

$$v_{доп} = \sqrt{2E_{доп} : (\nu D)}, \qquad (2.1)$$

где $E_{доп}$ – допустимая энергия навала судна на сооружение, соответствующая наименьшей из нагрузок, допускаемых для причала, борта судна или отбойного устройства, кДж;

ν – коэффициент энергии навала, определяемый в соответствии с указаниями Руководства П 58–76/ВНИИГ;

D – водоизмещение судна на момент швартовки, т.

Величины допускаемых нагрузок для причального сооружения устанавливаются проектом, для отбойного устройства – определяются по его паспортным характеристикам и в соответствии с Руководством по проектированию отбойных устройств из цилиндрических амортизаторов, для борта судна – согласно указаниям Руководства П 58–76/ВНИИГ.

Увеличение $v_{доп}$ (СНиП 2.06.04–82*) при проектировании и расчете причальных сооружений является желательным, если это возможно по конструктивным и экономическим соображениям. Уменьшение ее по сравнению с нормативной требует специального обоснования и допустимо лишь для временных причальных сооружений, отдельных швартовок судов с водоизмещением, превышающим расчетное, и пр. В этом случае необходимо оценить возрастание вероятности превышения расчетной энергии навала на причал и сопоставить его с повторением таких случаев за срок службы сооружения в соответствии с рекомендациями Руководства П 58–76/ВНИИГ.

2.1.2. Предельные для безопасного выполнения швартовных операций скорости ветра на акватории допускается определять по графику рис. 2.1 в зависимости от полного водоизмещения швартуемого судна, а необходимую силу тяги (упора) или мощность буксиров-кантовщиков, обеспечивающих швартовные операции, – по рис. 2.2.

Если характеристики буксирного обеспечения не соответствуют настоящим рекомендациям, величины скорости ветра, определяемые по рис. 2.1, необходимо умножить на квадрат отношения действительной силы тяги (упора) буксиров-кантовщиков к рекомендуемой по рис. 2.2,а.

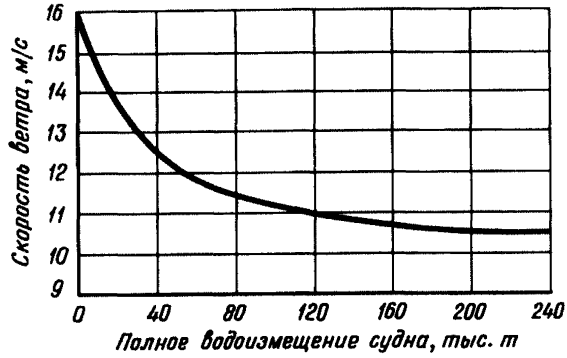

Рис. 2.1. График для определения скоростей ветра, предельных для выполнения швартовных операций (для судов, швартующихся в полном грузу, полученные значения умножаются на коэффициент, равный 1,0 для грузо-пассажирских судов; 1,2 – для сухогрузных общего назначения; 1,25 – для балкеров и 1,3 – для танкеров)

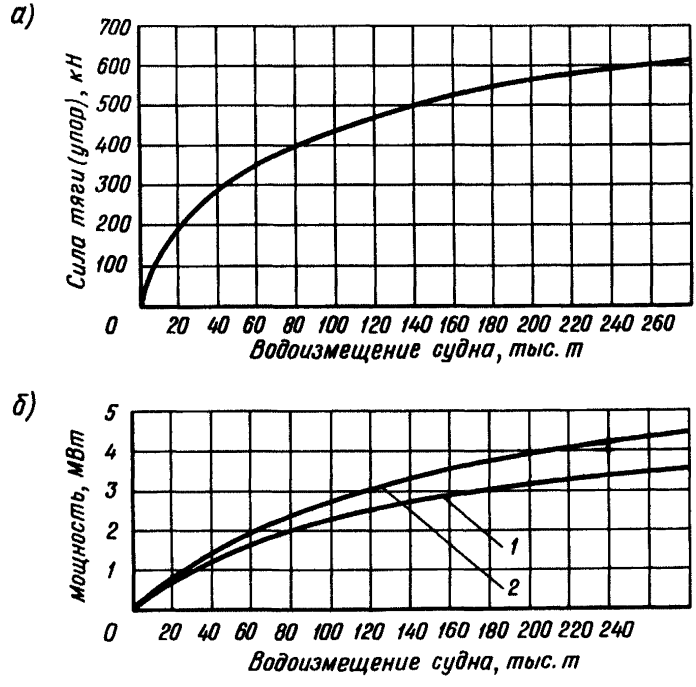

Рис. 2.2. Графики для определения необходимой силы тяги (упора) буксиров-кантовщиков (а) и их мощности (б): 1 – винтовые буксиры; 2 – буксиры с крыльчатыми движителями

2.1.3. Предельную для выполнения швартовных операций высоту волн 3%-ной обеспеченности в системе рекомендуется принять $\leqslant$ 1,25 м. Допускается уточнение этой величины при соответствующем обосновании.

2.2. Стоянка ошвартованного судна

2.2.1. Схема закрепления судна у причала швартовными канатами должна обеспечивать такую работу системы швартовов, при которой возникающие в них усилия не превысят допускаемых величин. Количество и прочностные характеристики швартовных канатов должны соответствовать Правилам Регистра СССР.

С этой целью для рассматриваемых групп судов и причалов устанавливаются значения скорости ветра и схемы раскладки швартовов на тумбы причала, при которых стоянка будет безопасной:

для носовой и кормовой групп прижимных швартовных канатов

$$N_i = \frac{0{,}6\ R_x}{\sin\alpha_i\ \cos\beta_i} \quad \frac{1}{\frac{n_r}{l_i \sum_{j=1} (1 : l_j)}}; \qquad (2.2)$$

для продольных и шпрингов

$$N_i = \frac{R_y}{\cos\alpha_i\ \cos\beta_i} \quad \frac{1}{\frac{n_r}{l_i \sum_{j=1} (1 : l_j)}}, \qquad (2.3)$$

где l_i – длина швартовного конца, в котором действует усилие N_i, м;

l_j – длины швартовных концов в данной группе, м ($j = 1, 2, \ldots, n_r$);

n_r – число швартовных концов в группе;

α_i – угол между проекцией швартова на горизонтальную плоскость и линией действия поперечной или продольной составляющих нагрузки от ветра R_x или R_y соответственно, град;

β_i – угол между линией действия силы N_i и ее проекцией на горизонтальную плоскость, град;

R_x, R_y – соответственно поперечная и продольная составляющие нагрузки (кН) от действия ветра, определяемые по указаниям СНиП 2.06.04–82* с учетом экранирующего действия сооружений для различных значений скорости ветра v, м/с.

Безопасная стоянка судна обеспечивается при таких значениях скорости ветра, когда выполняется условие

$$N_i \leqslant N_p : n_з, \qquad (2.4)$$

где N_p – разрывная прочность каната, определяемая по рис. 2.3, кН;

$n_з$ – статический коэффициент запаса прочности каната, определяемый по табл. 2.1.

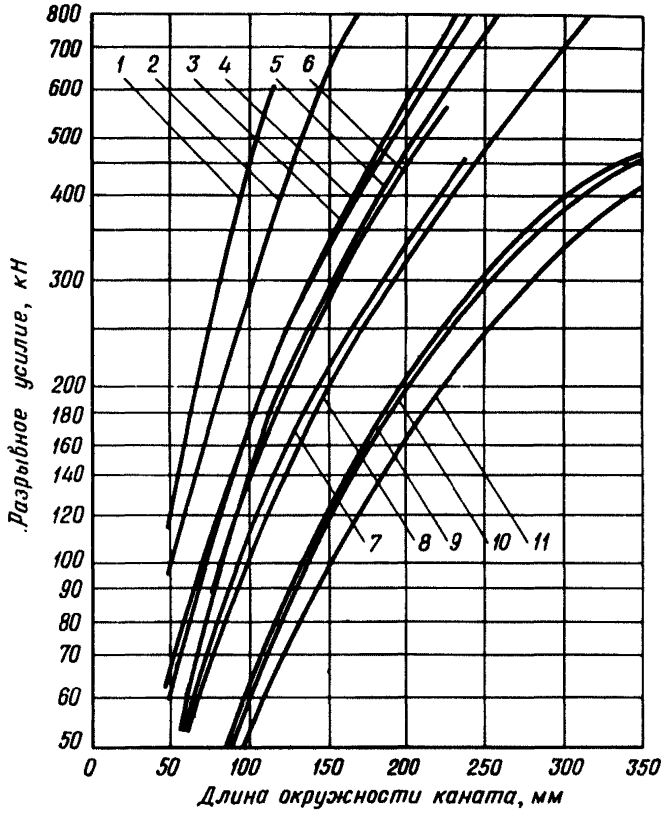

Рис. 2.3. График для определения разрывных усилий в швартовах: 1 – стальной жесткий, конструкции а·в 1 о.с; 2 – стальной гибкий, конструкции а·в 7 о.с.; 3 – капроновый; 4 – нейлоновый; 5 – териленовый; 6 – полипропиленовый; 7 – полиэтиленовый; 8 – куралоновый; 9 – манильский; 10 – сизальский; 11 – пеньковый

Таблица 2.1

Характеристики различных типов швартовов

Тип швартова	k	m	Запас $n_з$	$\Delta\ell_{max}$
Стальной жесткий, конструкции а.в 1 о.с.	22,5	1,00	4,3	0,010
Стальной гибкий, конструкции а.в 7 о.с.	14,0	0,80	4,3	0,006
Капроновый	1,5	1,46	5,0	0,252
Нейлоновый	2,3	1,64	5,0	0,226
Териленовый	4,2	1,64	5,0	0,156
Полипропиленовый	4,6	1,73	5,0	0,163
Полиэтиленовый	6,7	1,97	5,0	0,168
Куралоновый	3,4	1,35	5,0	0,122
Манильский	27,4	2,24	4,0	0,123
Сизальский	28,3	2,16	4,0	0,112
Пеньковый	32,0	2,21	4,0	0,111

Схема расположения швартовных канатов в каждой группе должна приниматься такой, чтобы свести к минимуму неравномерность нагружения отдельных швартовов.

С целью увеличения допускаемых для стоянки судна значений скорости ветра v и для улучшения работы отдельных, наиболее нагруженных канатов допускается увеличить число швартовов путем применения сдвоенных концов и дополнительных штормовых швартовов.

Не рекомендуется рассматривать в расчетах схемы швартовки с применением более чем строенных концов.

2.2.2. Расчет на ЭВМ допустимой скорости ветра выполняется по программе WIND. Программа позволяет рассчитать усилия в швартовах, их продольные и поперечные составляющие, деформации швартовов, перемещения судна в зависимости от скорости ветра заданного направления с учетом предусмотренных СНиП 2.06.04–82* отклонений по направлению в секторе $\pm 30^0$. Блок-схема и текст программы приведены в приложении 2. Необходимые для расчета исходные данные и последовательность их ввода приведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

№ ПФК	Содержание информации	Обозначение	Примечание
1	Количество швартовов	N	
2	Ширина судна, м	SB	
3	Длина судна, м	SL	

№ ПФК	Содержание информации	Обозначение	Примечание
4	Боковая площадь парусности с учетом экранирования	SSP	Определяется в соответствии с указаниями Руководства П 58–76/ВНИИГ
5	Разрывное усилие швартовов	SNK	Определяется по рис. 2.3 в зависимости от вида швартовов и длины окружности
6	Максимально допустимое удлинение швартовов	DLM	Определяется по табл. 2.1 в зависимости от вида швартовов
7	Характеристика швартовов k	SK	Величины SK и SM харктеризуют деформации швартовов в нелинейной области и определяются по табл. 2.1 в зависимости от вида швартовов
8	Характеристика швартовов m	SM	
9	Направление ветра относительно линии кордона причала α_0, град	ALFAϕ	Направление отсчета ветрового угла показано на рис. 2.4
10	Абсцисса центра парусности, м	Aϕ	Принимается положительной при смещении центра парусности в нос относительно центра тяжести. В противном случае отрицательна
11	Максимально допустимое продольное перемещение судна, м	DLXM	
12	Максимально допустимое поперечное перемещение судна, м	DLYM	
13	Абсциссы клюзовых точек в подвижной системе координат $\xi 0 \eta$, м	SKSI	Одномерный массив с границами индексов 1 и N_k. Подвижная система координат показана на рис. 2.4
14	Ординаты клюзовых точек в подвижной системе координат $\xi 0 \eta$, м	ETA	То же
15	Горизонтальные углы заведения швартовов, град	ALFA	"–"
16	Вертикальные углы заведения швартовов, град	GAMMA	Одномерный массив с границами индексов 1 и N_k. Вертикальный угол – угол между линией швартова и ее проекцией на горизонтальную плоскость

№ ПФК	Содержание информации	Обозначение	Примечание
17	Начальные длины швартовов, м	SLϕ	Одномерный массив с границами 1 и N_k
18	Название судна	AУ	
19	Тип швартовов	TIPSHV	Указать: стальные, синтетические либо растительные
20	Состояние загрузки	SOST	Указать: порожнем, в грузу либо в балласте

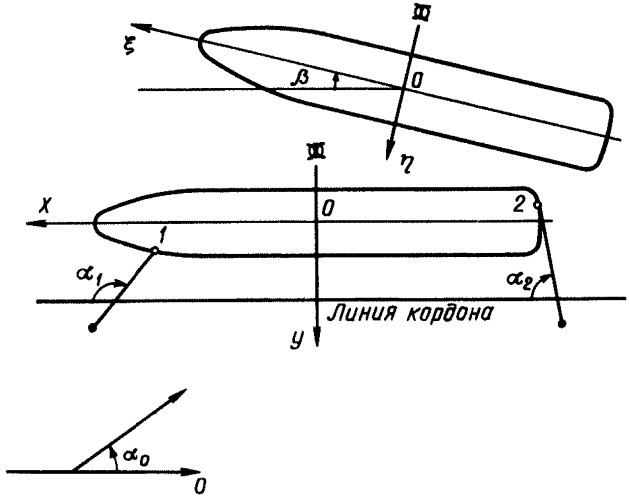

Рис. 2.4. Обозначение исходных данных для выполнения счета по программе

Результаты расчета выводятся на печать в табличной форме (пример 2; приложение 3). В заголовке выводится название судна, состояние загрузки, тип швартовов, расчетное направление ветра. Затем печатается последовательность таблиц, характеризующих положение судна относительно причала, усилия и деформации швартовов в зависимости от скорости ветра заданного направления в пределах сектора $\pm 30^0$ от расчетного. В заголовке каждой таблицы распечатываются значение поперечного и продольного смещения судна относительно причала и угол поворота диаметральной плоскости судна вокруг вертикальной оси β, а также соответствующие им скорость и направление ветра. Каждая таб-

лица содержит координаты клюзовых точек, исходные характеристики швартовов, их относительные деформации DL, усилия в швартовах NI и их продольные NX и поперечные NY составляющие в килоньютонах.

В случае, когда перемещение судна еще не достигло предельно допустимых значений, а нагрузки в швартовах уже превышают допустимые, информация об этом также выводится на печать.

Допустимая скорость ветра определяется, исходя из условия (2.4) с учетом нагрузки в каждом швартове.

2.2.3. Предельные для безопасной стоянки ошвартованных судов значения средних высот волн $\bar{h}$ (м) при среднем периоде $\bar{\tau}$ (с) у причалов определяются по рис. 2.5 в зависимости от водоизмещения судна, его загрузки и допустимых по паспортным данным величин деформации отбойных устройств Δ_0 (м).

Полученные по рис. 2.5 высоты волн в зависимости от ориентации причала относительно фронта волн увеличиваются в K_ψ раз. Коэффициент K_ψ определяется по табл. 2.3, где L – длина судна; $\bar{\lambda}$ – средняя длина волн.

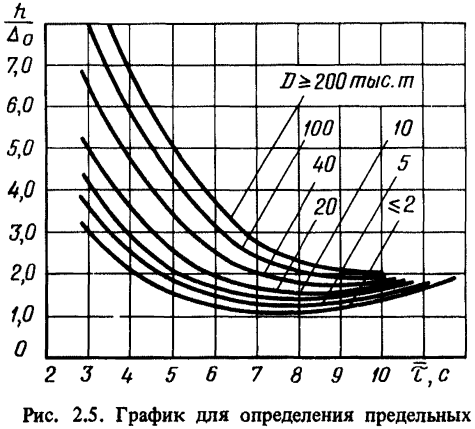

Рис. 2.5. График для определения предельных значений элементов волн в зависимости от допустимой величины деформации отбойных устройств

Таблица 2.3

Угол между фронтом волн и диаметральной плоскостью судна ψ, град	Значения K_ψ в зависимости от соотношения $(L:\bar{\lambda})$					
	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
30	1,2	1,2	1,3	1,5	1,8	2,0
60	1,3	1,5	1,7	2,0	2,3	2,3
90	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,5

Значения средних длин волн, воздействующих на судно, принимаются в зависимости от их среднего периода и глубины акватории в соответствии с действующими нормами СНиП 2.06.04–82* или по материалам изысканий.

Полученные для различных периодов значения высот волн следует принимать не больше величин, соответствующих их предельной крутизне в условиях данной акватории (рис. 2.6).

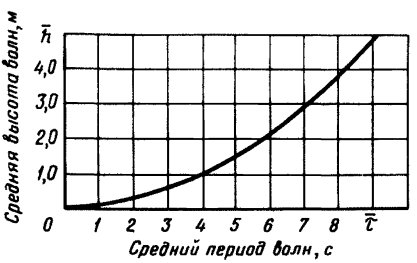

Рис. 2.6. График для определения предельных по крутизне элементов волн

Для причальных сооружений I и II классов капитальности допустимые высоты волн устанавливаются путем моделирования.

2.2.4. Расчет на ЭВМ допустимой высоты волн 3%-ной обеспеченности в системе при отстое ошвартованных судов осуществляется по программе WAVE (текст программы помещен в приложении 2) в зависимости от основных размерений судов и состояния их загрузки, от глубины у причала, от жесткости швартовов и отбоев.

Необходимые для расчета исходные данные набиваются на перфокартах в виде десятичных констант с фиксированной точкой в свободном формате. Порядок ввода этих данных и информация о способах их получения приведены в табл. 2.4.

Таблица 2.4

№ ПФК	Содержание информации	Обозначение	Примечание
1	Название судна	NAME	
2	Водоизмещение судна, кН	SD	
3	Длина судна, м	SL	
4	Ширина, м	SB	
5	Осадка, м	ST	
6	Поперечная метацентрическая высота, м	SHT	См. п. 2.2.5
7	Момент инерции судна относительно продольной оси (I_θ), т·м^2	SIT	
8	Расстояние между центром тяжести судна и проекцией точки контакта борта с отбоем на вертикальную ось, м	SLT	
9	Отстояние центра тяжести от плоскости ватерлинии, м	ZG	
10	Глубина у причала, м	H	
11	Суммарная жесткость отбоев, кН/м	SKOTB	См. п. 2.2.6
12	Суммарная жесткость швартовов, кН/м	SKSHB	См. п. 2.2.7
13	Состояние загрузки	SOST	См. п. 2.2.8
14	Допустимая амплитуда поперечно-горизонтальных колебаний A_η, м	AMPL	См. п. 2.2.9
15	Коэффициент	XI	0,5 – для сквозных конструкций; 1,0 – для остальных
16	Длина волны, м	LAMBDA	

2.2.5. Поперечная метацентрическая высота судна $h_м$ определяется по Информации капитану или по формуле

$$h_м = Z_c + r - Z_g, \qquad (2.5)$$

где $r = K_r \cdot \alpha_c^2 B^2 : (\delta_c T)$;

K_r – коэффициент, принимается равным 0,089 для судна порожнем и 0,086 – для судна в полном грузу;

α_c – коэффициент полноты ватерлинии;

B – ширина судна;

δ_c – коэффициент общей полноты;

T – осадка при рассматриваемой загрузке;

$Z_c = 0{,}5\ T\ \alpha_c : \delta_c$;

$Z_g = \xi\ H_\delta$;

H_δ – высота борта судна, м;

ξ – коэффициент, определяется по рис. 2.7.

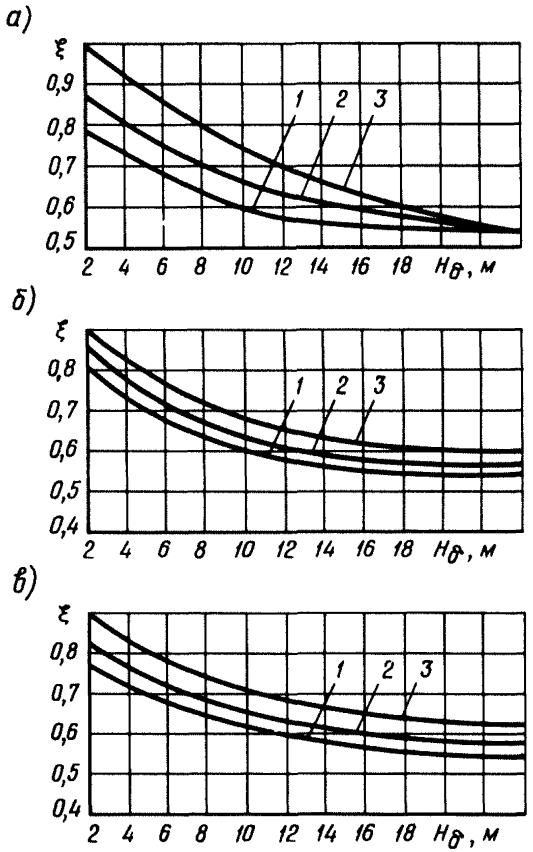

Рис. 2.7. График для определения относительного возвышения центра тяжести судна: а – танкеры; б – балкеры; в – сухогрузные и грузопассажирские: 1 – суда в полном грузу; 2 – в балласте; 3 – порожнем

2.2.6. Суммарная жесткость отбоев рассчитывается по формуле

$$K_{от} = n_{от}\ H_x : \Delta_0, \qquad (2.6)$$

где $n_{от}$ – количество отбоев, вступающих в контакт с судном при его навале на причал, определяется согласно п. 5.9 в Руководстве П 58–76/ВНИИГ;

H_x – реакция отбойного устройства, зависит от типа отбоев и величины их деформации, определяется по Руководству П 58–76/ВНИИГ, Дополнение 12*, кН/м;

Δ_0 – допустимая величина деформации отбойных устройств, м.

2.2.7. Суммарная жесткость швартовов рассчитывается по формуле

$$K_ш = \sum_{1}^{n_ш} N_{xi} : \Delta_ш, \qquad (2.7)$$

где $n_ш$ – количество швартовов;

N_{xi} – поперечная составляющая силы натяжения i-го швартова (см. п. 5.11 в Руководстве П 58–76/ВНИИГ), кН;

$\Delta_ш$ – допустимая величина поперечно-горизонтального перемещения судна от причала (см. п. 2.2.1), м.

Величины N_{xi} определяются следующим образом:

а) на схеме условно судно смещается перпендикулярно линии кордона причала на величину $\Delta_ш$, находятся углы наклона (α_i , β_i) и удлинение ($\Delta\ell^*_i$) каждого i-го швартова;

б) сила натяжения i-го швартова определяется по формуле

$$N_i = N_p\, k\, \Delta\ell_i^m , \qquad (2.8)$$

где N_p – разрывное усилие, определяется по рис. 2.3, кН;

k, m – коэффициенты, определяются по табл. 2.1;

$\Delta\ell_i = \Delta\ell^*_i : \ell_i$ – относительное удлинение i-го швартова;

ℓ_i – начальная длина i-го швартова, м;

в) согласно п. 5.11 в Руководстве П 58–76/ВНИИГ по N_i, α_i и β_i определяются составляющие N_{xi}.

2.2.8. Состояние загрузки:

груз, балласт, порожнем – строка символов, набивается на перфокартах в апострофах.

2.2.9. Допустимая амплитуда поперечно-горизонтальных колебаний для отстоя судов принимается равной

$$A_\eta = \Delta_0\ (1 + \sqrt{\alpha}), \qquad (2.9)$$

где $\alpha = K_{от} : K_ш$.

2.3. Грузовые операции

2.3.1. Для соблюдения безопасных условий выполнения грузовых операций скорость ветра необходимо ограничить так, чтобы, помимо условия (2.4), выполнялось и условие

$$\frac{\sum_{1}^{n_г} \Delta l_i^* \cos\alpha_i \cos\beta_i}{n_г} \leqslant \Delta A, \qquad (2.10)$$

где Δl_i^* – деформация i-го швартова (м), определяется обратным расчетом по формуле (2.8); величина N_i, входящая в формулу (2.8), рассчитывается по выражениям (2.2) и (2.3);

ΔA – допустимое по технологическим условиям выполнения грузовых операций статическое смещение судна относительно причала в продольном или поперечном направлениях, м.

2.3.2. Для безопасной работы кранов предельная скорость ветра устанавливается по РД 31.44.01–84 или РД 31.31.37–78 ($\leqslant$ 15 м/с).

В качестве допустимой принимается наименьшее из значений скоростей ветра, определенных по условию (2.10) и для безопасной работы кранов, если с их помощью выполняются грузовые операции.

2.3.3. Расчет на ЭВМ допустимой скорости ветра при выполнении грузовых операций осуществляется по программе WIND (см. п. 2.2.2), при этом также необходимо соблюдение условий, изложенных в п. 2.3.1 и 2.3.2.

2.3.4. Допустимая средняя высота волн $\bar{h}$ (м) при среднем периоде $\bar{\tau}$ (с) определяется по рис. 2.8 и 2.9 в зависимости от водоизмещения судна и допустимых горизонтальных A_η и вертикальных A_ξ амплитуд колебаний судна на уровне его главной палубы.

Допустимые значения амплитуд колебаний судна определяются в зависимости от технических характеристик грузоперегружающих устройств и технологической схемы грузовых операций в соответствии с рекомендациями приложения 1 (справочного).

2.3.5. Расчет на ЭВМ допустимых высот волн 3%-ной обеспеченности в системе выполняется по программе WAVE (п. 2.2.4). При вводе исходных данных величине AMPL (№ 14 в табл. 2.4) присваивается значение A_η в соответствии с приложением 1.

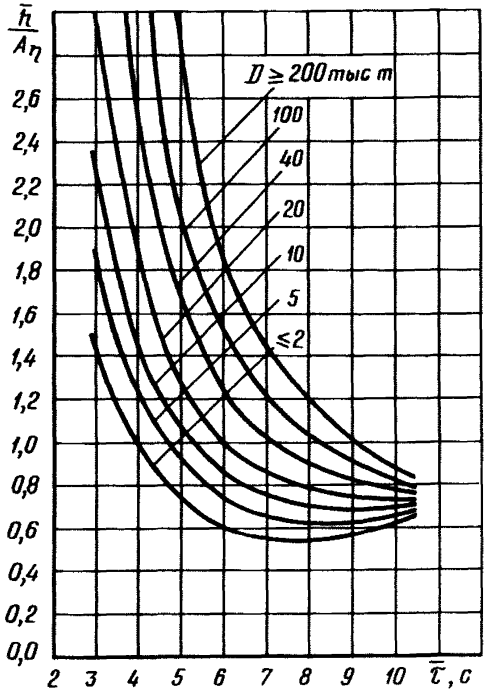

Рис. 2.8. График для определения предельных значений элементов волн в зависимости от допустимой величины амплитуды поперечно-горизонтальных колебаний ошвартованного судна

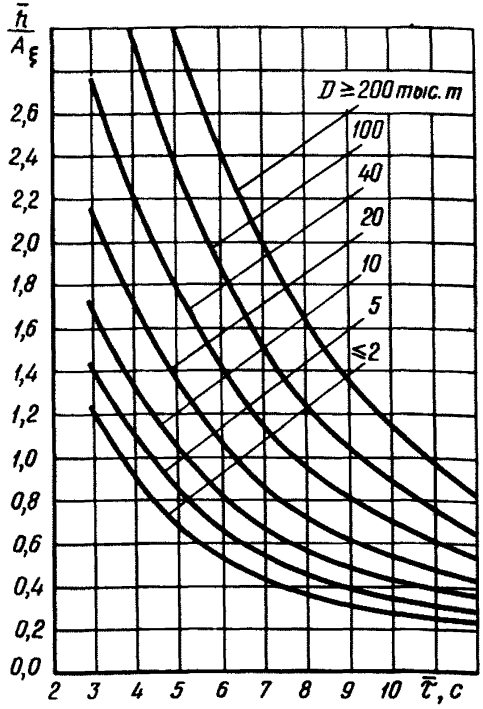

Рис. 2.9. График для определения предельных значений элементов волн в зависимости от допустимой величины амплитуды вертикальных колебаний ошвартованного судна

3. ОЦЕНКА СТОЯНОЧНОГО ВРЕМЕНИ СУДОВ В ПОРТУ ПРИ НАЛИЧИИ ГИДРОМЕТЕОПОМЕХ

3.1. Режимные характеристики помех

3.1.1. Помеха представляет собой один или несколько действующих в течение некоторого промежутка времени гидрометеофакторов (волнение, ветер и пр. согласно РД 31.31.37–78), которые препятствуют выполнению портовых операций: ввод-вывод судов, производственные стоянки (РД 31.31.37–78) и погрузочно-разгрузочные работы.

В морском порту могут возникать помехи двух видов: во время действия помех первого вида (помехи 1) у ПК прерываются перегрузочные операции; помехи второго вида (помехи 2), не прерывая перегрузочные работы, препятствуют вводу-выводу судов.

3.1.2. Вероятности помех 1 (P_1) и помех 2 (P_2) рассчитываются в следующем порядке:

а) вначале по i-м направлениям (С, СВ, В . . .) для каждого j-го типа судов определяются вероятности помех 1 (P_{1ij}) и помех 2 (P_{2ij});

б) после этого для каждого i-го направления величины P_{1ij} и P_{2ij} осредняются по формулам:

$$P_{1i} = \sum_{j=1}^{n_c} P_{1ij}\, k_j \; ; \quad P_{2i} = \sum_{j=1}^{n_c} P_{2ij}\, k_j \, , \tag{3.1}$$

где $k_j = N_j : N$;

N_j – количество судов j-го типа, обрабатываемых группой ПК в течение года;

N – общее количество судов, обрабатываемых группой ПК в течение года;

n_c – количество типов судов;

в) определенные таким образом величины P_{1i} и P_{2i} складываются:

$$P_1 = \sum_{1}^{m_н} P_{1i} \; ; \quad P_2 = \sum_{1}^{m_н} P_{2i} \, , \tag{3.2}$$

где $m_н$ – общее количество направлений.

3.1.3. При определении величин P_{1ij} и P_1 используется табл. 3.1; при ее заполнении необходимо:

в графы 1 и 2 записать обозначения направлений и названия судов-представителей (для каждого следующего направления список судов повторяется);

Таблица 3.1

Таблица расчета вероятности помех 1

Направление	Суда-представители	Допустимая высота волн, м	Средний по длине пригала коэффициент дифракции	Исходная высота волн, м : (3) : (4)	Условная вероятность помех 1 от волн	Повторяемость волнения по направлению	Вероятность помех 1 от волн: (6) x (7)	Допустимая скорость ветра, м/с	Условная вероятность помех 1 от ветра	Повторяемость ветра по направлению	Вероятность помех 1 от ветра: (10) x (11)	Вероятность помех 1 от ветра и волн: max ((8) ; (12))	Доля судов в судопотоке	Средняя вероятность помех 1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	$c - n_j$	h_{1j}		$h_{1ij}^{(u)}$			$P_{1ij}^{(в)}$	v_{1ij}			$P_{1ij}^{(вт)}$	P_{1ij}	k_j	
H_i			$K_{дi}$			$P_i^{(в)}$				$P_i^{(вт)}$				P_{1i}

Примечание. Цифрами в скобках обозначены номера соответствующих граф табл. 3.1.

по данным о режиме волнения и ветра в районе расположения порта построить режимные функции этих факторов для каждого i-го направления согласно Руководству П 58–76/ВНИИГ;

в графы 7 и 11 записать повторяемость волнения ($P_i^{(в)}$) и ветров ($P_i^{(вт)}$) по соответствующим направлениям;

согласно рекомендациям раздела 2 настоящего РД определить предельные значения высот волн 3%-ной обеспеченности в системе и скоростей ветра для выполнения погрузочно-разгрузочных работ, отстоя ошвартованных судов и швартовных операций (переход от средней высоты волны к 3% в системе осуществляется согласно СНиП 2.06.04–82*, приложение 1);

в качестве допустимых h_{1j} и v_{1ij} (графы 3 и 9) принять наименьшие из значений высот волн и скоростей ветра, определенных для упомянутых операций;

по модельным исследованиям или методике СНиП 2.06.04–82* с учетом отражения определить средние по длине причала коэффициенты дифракции $K_{дi}$ для волноопасных направлений (графа 4);

по $K_{дi}$ и h_{1j} определить исходные высоты волн (графа 5) по формуле

$$h_{1ij}^{(u)} = h_{1j} \cdot K_{дi}; \qquad (3.3)$$

по режимным функциям волнения и ветра, по $h_{1ij}^{(u)}$ и v_{1ij} определить условные вероятности помех 1 от волн (графа 6) и ветра (графа 10) и, умножив их на $P_i^{(в)}$ и $P_i^{(вт)}$ соответственно, получить вероятности помех 1 от волн $P_{1ij}^{(в)}$ и ветра $P_{1ij}^{(вт)}$ (графы 8, 12);

для волноопасных направлений в качестве P_{1ij} (графа 13) принять большую из вероятностей $P_{1ij}^{(в)}$ и $P_{1ij}^{(вт)}$ для соответствующего типа судов:

$$P_{1ij} = \max (P_{1ij}^{(в)}; \ P_{lij}^{(вт)}); \qquad (3.4)$$

для прочих направлений величину P_{1ij} принять равной $P_{1ij}^{(вт)}$;

далее по формулам (3.1) и (3.2) определить k_j (графа 14), P_{1i} (графа 15) и P_1.

3.1.4. При определении величин P_{2ij} и P_2 используется табл. 3.2, при заполнении которой выполняется следующее:

из табл. 3.1 (графы 1, 2, 7, 11, 13 и 14) в табл. 3.2 (графы 1, 2, 4, 8, 12 и 14) переносятся обозначения направлений, названия судов-представителей, $P_i^{(в)}$, $P_i^{(вт)}$, P_{1ij} и k_j соответственно;

в качестве допустимых высот волн $h_2^{(u)}$ 3%-ной обеспеченности в системе и скоростей ветра v_2 при вводе-выводе судов принимаются предельные значения этих факторов для работы буксиров (п. 2.1.2 и 2.1.3);

величины $P_{21i}^{(в)}$ и $P_{21i}^{(вт)}$ (графы 6,10) определяются по $h_2^{(u)}$, v_2 и режимным функциям волнения и ветра аналогично величинам $P_{1ij}^{(в)}$ и $P_{1ij}^{(вт)}$;

величина P_{21i} (гр. 11) принимается равной большему из значений величин $P_{21i}^{(в)}$ и $P_{21i}^{(в)}$ для соответствующих направлений:

$$P_{21i} = \max (P_{21i}^{(вт)} ; P_{21i}^{(в)}); \qquad (3.5)$$

величина P_{2ij} (графа 13) для j-го типа судов рассчитывается по формуле

$$P_{2ij} = \begin{cases} P_{21i} - P_{1ij}, & \text{при } P_{21i} > P_{1ij}, \\ 0, & \text{при } P_{21i} \leqslant P_{1ij}; \end{cases} \qquad (3.6)$$

далее по формулам (3.1) и (3.2) определяются величины P_{2i} (графа 15) и P_2.

3.1.5. Изложенный способ позволяет определить вероятность помех от ветра и волн, при необходимости учета прочих гидрометеофакторов величины P_1 и P_2 корректируются по формулам:

$$P_1 = 1 - (1 - P_1^{*}) (K_{мет} + P_{15}); \qquad (3.7)$$

$$P_2 = P_2^{*} (K_{мет} + P_{15}),$$

где P_1^{*} и P_2^{*} – вероятности, определенные по п. 3.1.3 и 3.1.4;

$K_{мет}$ – коэффициент использования бюджета рабочего времени, определяемый по приложению 9 в РД 31.31.37–78;

P_{15} – вероятность ветров со скоростью $\geqslant$ 15 м/с.

3.1.6. При изменении длины оградительных сооружений у ПК изменяются величины $K_{дi}$, поэтому уточнение P_{1ij} и P_{2ij} при определении вероятности помех 1 и 2 для различных вариантов защиты акватории производится только для волноопасных направлений.

3.1.7. В тех случаях, когда $K_{дi}$ у различных ПК, объединенных в одну группу, существенно отличаются, необходимо в изложенном выше по-

Таблица 3.2

Таблица расчета вероятности помех 2

Направление	Суда-представители	Допустимая высота волн при вводе-выводе судов, м	Условная вероятность помех от волн	Вероятность волн по направлению	Вероятность помех от волн: (4) x (5)	Допустимая скорость ветра при вводе-выводе судов, м/с	Условная вероятность помех от ветра	Вероятность ветра по направлению	Вероятность помех от ветра: (8) x (9)	Вероятность помех от ветра и волн: max ((6) : (10))	Вероятность помех 1 (табл. 3.1, гр. 13)	Вероятность помех 2: (11) – (12), при (11)>(12), 0 при (11)≤(12)	Доля судов в судопотоке	Средняя вероятность помех 2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
H_i	$c - n_j$	$h_2^{(u)}$		$P_i^{(в)}$	$P_{21i}^{(в)}$	v_2		$P_i^{(вт)}$	$P_{21i}^{(вт)}$	P_{21i}	P_{1ij}	P_{2ij}	k_j	P_{2i}

Примечание. Цифрами в скобках обозначены номера соответствующих граф табл. 3.2.

рядке определить величины P_{1k} и P_{2k} для каждого ПК и осреднить их по формулам:

$$P_1 = \sum_1^n P_{1k} : n; \qquad P_2 = \sum_1^n P_{2k} : n, \tag{3.8}$$

где n – количество ПК в группе.

3.1.8. Средняя длительность помех $\bar{t}_n$ оценивается по средней продолжительности штормов: для морей принимается равной 0,5 сут и для океанов – 0,75 сут (Руководство П 58–76/ВНИИГ).

3.1.9. Величины P_1, P_2 и $\bar{t}_n$ допускается определять по данным срочных наблюдений (3–5 лет) за гидрометеорежимом в районе расположения порта в следующей последовательности:

определяются допустимые значения $h_{1ij}^{(u)}$, v_{1ij}, $h_2^{(u)}$ и v_2 (п. 3.1.3, 3.1.4);

для каждого j-го типа судов строят хронологический график высот волн; при его построении в моменты времени, соответствующие срокам наблюдений, по оси ординат откладываются две точки: значение высоты волн, измеренной в данный момент времени, и в зависимости от направления наблюденного волнения величина $h_{1ij}^{(u)}$;

точки, соответствующие измеренным высотам волн, соединяют плавной линией, точно также поступают с точками допустимых высот волн; после этого проводят прямую, соответствующую $h_2^{(u)}$;

аналогично на этот же график наносятся измеренные скорости ветра, v_{1ij} и v_2, а также прочие гидрометеорологические факторы, которые в рассматриваемом случае прерывают грузовые операции;

интервалы времени, когда волнение, ветер и прочие факторы превышают допустимые значения, проецируются на общую ось времени, при этом обозначается вид помехи: цифрой 2 помечаются интервалы, когда пересекаются только $h_2^{(u)}$, v_2 или одновременно $h_2^{(u)}$ и v_2; все остальные возможные комбинации превышений обозначаются цифрой 1 (при пересечении интервалов действия помех считается, что действует одна помеха);

величины P_{1ij}, P_{2ij} и $\bar{t}_n$ рассчитываются по формулам:

$$P_{1ij} = \sum_1^{n_1} t_{1k} : T; \quad P_{2ij} = \sum_1^{n_2} t_{2k} : T;$$
$$\bar{t}_n = \left(\sum_1^{n_1} t_{1k} + \sum_1^{n_2} t_{2k} \right) : (n_1 + n_2), \tag{3.9}$$

где T – длительность рассматриваемого периода, сут;

n_1, n_2 – количество помех 1 и 2 соответственно;

t_{1k}, t_{2k} – длительность k-х по счету помех 1 и 2 соответственно, сут;

величины P_1 и P_2 определяются согласно п. 3.1.2.

3.2. Расчет стояночного времени

3.2.1. При соблюдении условий, изложенный в п. 1.4, стояночное время судов в порту ($\bar{t}_{ст}$) рассчитывается по формуле

$$\bar{t}_{ст} = \bar{t}_{ц} + P_n \bar{t}_n + \frac{\bar{t}_{ц} \; C_{ц}}{(n - a_{ц})} \pi_n , \qquad (3.10)$$

где $\bar{t}_{ц}$ – длительность цикла обслуживания, определяется по п. 3.2.2 или 3.2.3, сут;

$P_n = P_1 + P_2$ – вероятность помех (п. 3.1);

$C_{ц}$ – коэффициент, учитывающий вид закона распределения (п. 3.2.2 или 3.2.3);

π_n – вероятность того, что все ПК будут заняты обслуживанием судов (п. 3.2.5);

n – количество ПК в группе;

$a_{ц} = \bar{t}_{ц} \lambda$;

$\lambda = N : T_н$ – плотность судопотока, сут;

N – общее количество судов, обрабатываемых группой ПК в течение года;

$T_н$ – продолжительность периода навигации, сут.

3.2.2. При экспоненциальном законе распределения времени обслуживания судов или в тех случаях, когда этот закон неизвестен, величины $\bar{t}_{ц}$ и $C_{ц}$ рассчитываются по формулам:

$$\bar{t}_{ц} = \bar{t}_{об} : (1 - P_1 - P_2 P_{пу}); \qquad (3.11)$$

$$C_{ц} = 1 + \frac{(1 - P_n) \cdot (P_1 + P_2 P_{пу}) P_{пу}}{(1 - P_{пу})} - P_2 P_{пу} (1 - P_{пу}), \qquad (3.12)$$

где $\bar{t}_{об}$ – длительность обслуживания судов (п. 3.2.6), сут;

$$P_{пу} = \bar{t}_п : (\bar{t}_п + \bar{t}_{об}).$$

3.2.3. Если закон распределения времени обслуживания известен и он существенно отличается от экспоненциального, величины $\bar{t}_ц$ и $C_ц$ следует рассчитывать по формулам:

$$\bar{t}_ц = \bar{t}_{об} : (1 - P_1 - P_2 P_y); \tag{3.13}$$

$$C_ц = \frac{(1-P_1-P_2P_y)^2}{(1-P_1)^2}\left\{C_{об} + \frac{P_{пу}}{(1-P_{пу})}\left[P_1(1-P_1) + \frac{P_2}{(1-P_1)} + \right.\right.$$

$$\left.\left. + \frac{P_2P_y}{(1-P_1-P_2P_y)} - \frac{P_2P_{пу}^2(1-P_п)^2}{(1-P_1)(1-P_1-P_2P_{пу})^2}\right]\right\}, \tag{3.14}$$

где $P_y = \dfrac{P_{пу}}{P_2 P_{пу} + \dfrac{(1-P_{пу})}{(1-D^*)}}$;

D^* – определяется согласно п. 3.2.4;

$C_{об}$ – коэффициент, учитывающий вид закона распределения $t_{об}$; при $n > 1$ принимается равным 1, в остальных случаях рассчитывается по формуле

$$C_{об} = \bar{t}^2_{об} : (2\bar{t}^2_{об});$$

$\bar{t}^2_{об}$ – средний квадрат времени обслуживания, сут^2.

3.2.4. Величина D^* рассчитывается по формуле

$$D^* = \int_0^{\infty} e^{-t:[\bar{t}_п(1-P_2)]}\, dD(t) \approx \sum_1^{m_0} e^{-t_i:[\bar{t}_п(1-P_2)]}\left[D\left(t_i + \frac{1}{2}\Delta t\right) - \right.$$

$$\left. - D\left(t_i - \frac{1}{2}\Delta t\right)\right],$$

где $D(t)$ – закон распределения длительности обслуживания, определяется по статистическим данным.

Расчет D^* удобно выполнять в табличной форме (табл. 3.3), для этого:

ряд эмпирических значений времени обслуживания (t_j) ранжируется в возрастающем порядке;

для каждого t_j определяется вероятность D_j по формуле

$$D_j = j : (N_t + 1), \qquad (3.16)$$

где j – номер t_j;

N_t – количество членов ряда;

по полученным парам значений t_j и D_j на график наносятся точки и соединяются плавной линией $D = f(t)$;

на графике интервал возможных значений времени обслуживания (t_{min}; t_{max}) разбивается на m_0 равных отрезков, абсциссы этих отрезков (t_i) записываются в графу 1 (см. табл. 3.3);

с графика снимаются значения D_i, соответствующие t_i, и записываются в графу 2;

далее заполняются графы в соответствии с формулами, записанными в них;

сумма ряда, записанного в графе 6, равна D*.

Таблица 3.3

t_i	D_i	$\Delta D_i = D_{i+1} - D_i$	$\bar{t}_i = \frac{t_i + t_{i+1}}{2}$	$e^{-\bar{t}_i : [\bar{t}_n (1 - P_2)]}$	(3) x (5)
1	2	3	4	5	6

3.2.5. Величина π_n при $n = 1$ равна $\alpha_ц$, при $n > 1$ определяется по табл. 3.4 в зависимости от n и $\alpha_ц$: n.

Таблица 3.4

$\alpha_ц$ / n	Значение величины π_n при различных n				
1	2	3	4	5	6
0,25	0,1000				
0,30	0,1385	0,0700			
0,35	0,1815	0,1024	0,0603		

Окончание табл. 3.4

$\alpha_ц$ / n	Значение величины π_n при различных n				
1	2	3	4	5	6
0,40	0,2286	0,1412	0,0907	0,0597	
0,45	0,2793	0,1861	0,1285	0,0908	0,0652
0,50	0,3333	0,2368	0,1739	0,1304	0,0991
0,55	0,3903	0,2932	0,2268	0,1788	0,1427
0,60	0,4500	0,3547	0,2870	0,2362	0,1966
0,65	0,5121	0,4212	0,3544	0,3026	0,2609
0,70	0,5765	0,4923	0,4287	0,3778	0,3360
0,75	0,6429	0,5676	0,5094	0,4618	0,4217
0,80	0,7111	0,6472	0,5964	0,5541	0,5178
0,85	0,7811	0,7304	0,6893	0,6545	0,6241
0,90	0,8526	0,8171	0,7878	0,7625	0,7401
0,95	0,9256	0,9070	0,8914	0,8778	0,8656

3.2.6. Время обслуживания определяется по формуле

$$\bar{t}_{об} = \bar{t}_{пр} + \bar{t}_{гр} + \bar{t}_{пс}, \qquad (3.17)$$

где $\bar{t}_{пр}$ – время проводки судна по подходному каналу от места якорной стоянки к причалу, сут;

$\bar{t}_{гр}$ – продолжительность перегрузочных операций, сут; определяется по грузоподъемности судов-представителей и производительности ПК;

$\bar{t}_{пс}$ – производственные стоянки, сут; определяются согласно приложению 7 РД 31.31.37–78.

Если подходной канал с односторонним движением, величина $\bar{t}_{пр}$ в формуле (3.17) удваивается.

Время обслуживания рассчитывается для каждого j-го типа судов ($t_{обj}$), обрабатываемых группой ПК. После этого величины $t_{обj}$ осредняются с учетом весовых коэффициентов k_j по формуле, аналогичной (3.1).

3.2.7. В случаях, когда помехи 1 или 2 отсутствуют, соответствующая вероятность P_1 или P_2 в формулах (3.10) – (3.14) принимается равной 0.

3.2.8. Средняя продолжительность простоя судов из-за гидрометеопомех ($\Delta\bar{t}_{ст}$) определяется по формуле

$$\Delta \bar{t}_{ст} = \bar{t}_{ст} - \bar{t}_{ст2}\,, \qquad (3.18)$$

где $\bar{t}_{ст}$ – стояночное время, рассчитанное согласно п. 3.2.1, при наличии помех;

$\bar{t}_{ст2}$ – стояночное время, рассчитанное согласно п. 3.2.1, при $P_1 = P_2 = 0$.

По формуле (3.18) можно выделить также среднюю продолжительность простоя судов из-за какого-либо одного гидрометеофактора, для чего при расчете $\bar{t}_{ст2}$ необходимо определить P_1 и P_2 без учета этого фактора.

3.3. Оценка стояночного времени методом статистического моделирования

3.3.1. В случаях, когда условия, изложенные в п. 1.4, не выполняются, стояночное время судов в порту определяется посредством статистического моделирования процесса обслуживания на ЭВМ по программе FLOPP, блок-схема и текст программы помещены в приложении 2.

3.3.2. Исходные данные для моделирования используются те же, что и для расчета стояночного времени по формуле (3.10). Результат выводится в виде таблицы (пример 7, приложение 3).

Данные вводятся в виде десятичных констант с фиксированной точкой (кроме названия порта), перфорируются в свободном формате и разделяются запятыми. Последовательность ввода приведена в табл. 3.5. В этой же таблице содержится информация о способе получения данных.

Таблица 3.5

№ ПФК	Содержание информации	Обозначение	Примечание
1	Название порта, номера причалов	PORT	Строка символов переменной длины; количество символов $\leqslant 30$
2	Количество реализаций	NR	$\leqslant 21$; первоначально 10, если точность оценок не устраивает – увеличить
3	Количество перегрузочных комплексов (ПК)	NPR	
4	Длина реализаций, сут	T	Принять такой, чтобы в течение реализации поступило $\approx$ 3000 судов

№ ПФК	Содержание информации	Обозначение	Примечание
5	Вероятность помех 1	PP1R	Определяется согласно п. 3.1
6	Вероятность помех 2	PP2R	Определяется согласно п. 3.1
7	Индекс закона распределения интервалов поступления судов	IDOC	При экспоненциальном законе принимается равным 1, при произвольном – 2
8 а	Средняя длительность интервалов поступления судов, сут	GTOC(1,1)	Вводится при IDOC = 1. Определяется по формуле $GTOC(1,1) = T_н : N$, где $T_н$ – продолжительность навигационного периода, сут; N – количество судов, обслуживаемых группой ПК в течение $T_н$
8 б	Количество границ вероятных значений интервалов поступления судов	IB11	Вводятся при IDOC = 2, определяются согласно п. 3.3.3
	Абсциссы границ, сут	GTOC(I, 1)	
9	Индекс закона распределения времени обслуживания	IDC	Аналогичен IDOC
10 а	Среднее время обслуживания судов, сут	GTC(1,1)	Вводится при IDC = 1
10 б	Количество границ вероятных значений времени обслуживания	IB21	Вводятся при IDC = 2, определяются согласно п. 3.3.3
	Абсциссы границ, сут	GTC(I, 1)	
11	Индекс закона распределения интервалов, свободных от помех	IDOP	Аналогичен IDOC
12 а	Средняя длительность интервалов, свободных от помех, сут	GTOP(1,1)	Вводится при IDOP = 1, определяется по формуле $GTOP(1,1) = \bar{t}_n(1 - P_n) : P_n$, где $P_n = P_1 + P_2$. Величины $\bar{t}_n$, P_1 и P_2 определяются согласно п. 3.1
12 б	Количество границ вероятных значений интервалов, свободных от помех	IB31	

Окончание табл. 3.5

№ ПФК	Содержание информации	Обозначение	Примечание
12 б	Абсциссы границ, сут	GTOP(I,1)	Вводятся при IDOP = 2, определяются согласно п. 3.3.3
13	Индекс закона распределения длительности помех	IDP	Аналогичен IDOC
14 а	Средняя длительность помех, сут	GTP(1,1)	Вводится при IDP = 1, определяется согласно п. 3.1
14б	Количество границ вероятных значений длительности помех	IB41	Вводятся при IDP = 2, определяются согласно п. 3.3.3
	Абсциссы границ, сут	GTP(I,1)	
15	Начальное значение ряда случайных чисел	IØ	Любое число от Ø до 32767
16	Время поступления первого судна, сут	TOCB	
17	Время обслуживания первого судна, сут	TCB	
18	Время возникновения первой помехи, сут	TOPB	

3.3.3. Законы распределения интервалов поступления судов, времени обслуживания, интервалов, свободных от помех, и длительность помех могут быть заданы двояко:

если необходимо задать экспоненциальное распределение какой-либо величины, то при вводе соответствующему индексу (см. табл. 3.5) присваивается 1 и определяется среднее значение рассматриваемой величины;

при произвольном распределении индексу присваивается 2, задается количество границ интервалов с равной вероятностью попадания случайной величины и абсциссы этих границ.

Абсциссы границ равновероятных интервалов определяются в следующем порядке:

по статистическим данным строится график связи F = f(t) (так же, как в п. 3.2.4 при расчете D*);

интервал (0÷1) на оси ординат разбивается на $m_0 \leqslant 30$ отрезков равной длины;

границы этих отрезков проецируются на ось абсцисс и определяются их значения;

величине IBi1 (i = 1, 2,3,4) присваивается значение $m_0 + 1$.

3.3.4. Для оценки стояночного времени при отсутствии помех необходимо величинам PP1R и PP2R присвоить значение $\emptyset$ и не вводить данные под номерами 11–14б и 18 в табл. 3.5.

Примечание. На ЕС-1022 воспроизведение и обработка 10 реализаций, в течение которых поступает по ≈3000 судов и возникает ≈ 1000 помех, занимает 8 - 10 мин.

4. ЗАЩИЩЕННОСТЬ ПОРТОВЫХ АКВАТОРИЙ

4.1. Требования к защите

4.1.1. При решении вопроса защиты портовых акваторий учитываются четыре основных фактора гидрометеорежима: волнение, ветер, заносимость и лед.

4.1.2. Меры по борьбе с заносимостью и льдом принимаются в соответствии с "Указаниями по компоновке морских портов" [7] и РД 31.31.21–81 (приложение 4, справочное).

4.1.3. Активные меры по борьбе с ветром не применяются. Этот фактор учитывается при компоновке всех элементов портовой акватории, при ориентации причалов (с целью снижения нагрузок от ошвартованных судов) и т.д. в соответствии с Указаниями [7].

4.1.4. Защита порта от волнения должна обеспечить незатопляемость территории причалов, безопасность гидротехнических сооружений (п. 4.1.8) и судов (п. 4.1.9), находящихся на внутренней акватории:

условие безопасности сооружений –

$$\frac{100\,\bar{t}_n\,P_p}{T_\delta\,P_i} \geqslant F(h_{ci}); \qquad (4.1)$$

условие безопасности отстоя судов -

$$\frac{100\,\bar{t}_n\,P_p}{T_н\,P_i} \geqslant F(h_{1i})\,\rho_1 + F(h_{2i})(1-\rho_1)\rho_2 +$$

$$+ F(h_{3i})(1-\rho_1)(1-\rho_2)\,\rho_3, \qquad (4.2)$$

при $h_{1i} \leqslant h_{2i} \leqslant h_{3i}$, что соответствует $F(h_{1i}) \geqslant F(h_{2i}) \geqslant F(h_{3i})$.

где $\bar{t}_n$ – средняя продолжительность шторма (сут) определяется согласно п. 3.1.8 или 3.1.9;

P_p – обеспеченность в режиме расчетного волнения для сооружений и отстоя судов соответственно, %, (п. 4.1.5);

$T_б, T_н$ – средняя длительность безледного периода и навигации, сут;

P_i – обеспеченность волн i-го направления, %;

$F(h_{ci})$ – условная вероятность возникновения волн i-го направления с высотой $h > h_{ci}$, %;

h_{ci} – высота исходных волн i-го направления, вызывающих предельные по высоте волны у рассматриваемого сооружения (п. 4.1.6);

h_{1i}, h_{2i}, h_{3i} – аналогично h_{ci} для отстоя судов у причалов № 1, 2 и 3 соответственно (п. 4.1.7);

ρ_1, ρ_2, ρ_3 – загрузка причалов № 1, 2 и 3 соответственно, равная $\rho = \alpha_ц : n$;

$\alpha_ц$ – параметр (см. п. 3.2.1);

n – количество взаимозаменяемых причалов.

Примечание. Если причалы № 1, 2 и 3 входят в одну группу взаимозаменяемых причалов, то $\rho_1 = \rho_2 = \rho_3$.

4.1.5. Значение величины P_p принимают в соответствии с рекомендациями п. 7 в приложении 1 к СНиП 2.06.04–82* в зависимости от класса капитальности сооружений, суда приравниваются к сооружениям 1-го, 2-го классов.

4.1.6. Высоты волн h_{ci} обеспеченностью 3% в системе для i-х направлений рассчитываются по формуле

$$h_{ci} = \frac{h_c^{**} \; k_{3\%}}{K_{дi} \; k_{p\%}}, \qquad (4.3)$$

где h_c^* – допустимая у сооружения высота волн обеспеченностью Р % в системе (величины Р % регламентированы СНиП 2.06.04–82* в зависимости от класса капитальности сооружений);

$k_{3\%}, k_{p\%}$ – коэффициенты для определения высот волн обеспеченностью 3% и Р% в системе; определяются согласно п. 15* в приложении 1 к СНиП 2.06.04–82*;

$K_{дi}$ – наибольший коэффициент дифракции у сооружения.

Величины h_c^{**} устанавливают по допустимым нагрузкам на сооружения и максимальным донным скоростям перед сооружениями в соответствии с СНиП 2.06.04–82*. При этом необходимо учитывать возвышение верхнего строения сооружения над расчетным уровнем воды для обеспечения незатопляемости территории.

4.1.7. Высоты волн h_{1i}, h_{2i}, h_{3i} обеспеченностью 3% в системе определяют аналогично h_{ci} (см. п. 4.1.6), при этом h_{1i}^{**}, h_{2i}^{**}, h_{3i}^{**} рассчитываются согласно п. 2.2 настоящих рекомендаций.

4.1.8. Соответствие волнового режима на внутренней акватории условиям безопасности сооружений для каждого i-го направления устанавливается в следующем порядке:

по данным наблюдений строят режимные функции волнений для каждого волноопасного направления в соответствии с Руководством П 58–76/ВНИИГ;

системную Р % и режимную P_p обеспеченности расчетных для сооружений высот волн определяют в соответствии с п. 4 и 7 в приложении 1 к СНиП 2.06.04–82*;

по п. 4.1.6 определяют h_{ci} и по режимным функциям волнения находят $F(h_{ci})$;

величины $F(h_{ci})$ и P_p подставляют в неравенство (4.1);

если для всех направлений неравенство (4.1) выполняется, то считается, что условие безопасности соблюдено; в противном случае необходимо либо усилить конструкцию сооружения, либо улучшить защищенность акватории.

4.1.9. Условия безопасного отстоя судов для каждого i-го направления проверяются по неравенству (4.2), если количество причалов (n) на защищаемой акватории не более трех. При этом:

величины h_{1i}, h_{2i}, h_{3i} определяются в соответствии с п. 4.1.7; для каждого направления высоты волн причалы и их загрузка нумеруются так, чтобы выполнялось неравенство $h_{1i} \leqslant h_{2i} \leqslant h_{3i}$;

по режимным функциям волнения определяются $F(h_{1i})$, $F(h_{2i})$ и $F(h_{3i})$;

величина P_p устанавливается в соответствии с п. 4.1.5;

по величинам $F(h_{1i})$, $F(h_{2i})$, $F(h_{3i})$ и P_p проверяется условие (4.2).

Если количество причалов на акватории один или два, то в неравенстве (4.2) принимаются $\rho_2 = \rho_3 = 0$ или $\rho_3 = 0$ соответственно.

Если на акватории четыре и более причалов, то условие безопасного отстоя судов проверяется для одного причала с наибольшей величиной $F(h_{1i})$ при этом ρ_1 принимается равной 1.

4.1.10. Условие безопасной стоянки ошвартованных судов при действии ветра устанавливается аналогично п.4.1.9, при этом допустимая скорость ветра v определяется согласно п. 2.2 с учетом расчетной нагрузки на сооружение от натяжения швартовов.

Если при действии ветра с какого-либо направления безопасная стоянки не обеспечена, необходимо подобрать другую схему заведения швартовов с целью увеличения v.

4.2. Выбор варианта с достаточной защитой акватории порта

4.2.1. Выполнение требований, изложенных в п. 4.1.4, необходимо при рассмотрении вопроса защиты акватории от волнения. Однако это требование не является достаточным, поскольку при его соблюдении не устраняется влияние волнения на портовые операции, связанные с обслуживанием судов, и потери от их простоев могут быть значительными.

4.2.2. При достижении необходимой степени защищенности акватории затраты на ее дальнейшее улучшение должны быть оправданы сокращением потерь от простоев флота, которые в свою очередь зависят от производительности ПК.

4.2.3. Защищенность акватории порта считается достаточной в тот момент (при определенной длине оградительных сооружений, ширине входа в порт и т.д.), когда выполняются условия п. 4.1.4 и дальнейшее улучшение защищенности приводит к росту приведенных затрат.

4.2.4. Для каждого варианта защиты приведенные затраты (Е) рассчитываются по формуле

$$E = \delta\,(K_{o.c} + K_{по} + K_{пр}) + Э_{o.c} + Э_{по} + Э_{пр} + N\bar{t}_{ст}\left(\frac{\delta K_c}{365} + Э_c\right), \qquad (4.4)$$

где δ – нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений, принимается равным 0,15 ("Методика" [9]);

$K_{o.c}, K_{по}, K_{пр}$ – капитальные вложения в оградительные сооружения, перегрузочное оборудование и в причалы соответственно, тыс. р.;

$Э_{o.c}, Э_{по}, Э_{пр}$ – эксплуатационные расходы аналогично, в соответствии с величиной нормативных отчислений на амортизацию и текущий ремонт,

принимаются равными 0,04 капитальных вложений, в тыс. р.; допускается уточнение $Э_{о.с}$, $Э_{по}$, $Э_{пр}$ при соответствующем обосновании;

N – количество судов, обрабатываемых в порту в течение года;

$\bar{t}_{ст}$ – стояночное время судов (см. п. 3.2 или 3.3), сут;

$К_с$ – нормативная строительная стоимость судов (РД 31.03.01–85), тыс.р.;

$Э_с$ – нормативные эксплуатационные расходы по судну на стоянке (РД 31.03.01–85), тыс.р./сут.

Примечание. В формуле (4.4) должны быть дополнительно учтены капитальные и эксплуатационные расходы по тем объектам, которые в зависимости от степени защищенности изменяются по рассматриваемым вариантам.

4.2.5. При поиске оптимального решения в качестве исходного принимается вариант с некоторой минимальной длиной защитных сооружений, при которой начинают выполняться необходимые условия безопасности (4.1) и (4.2). Конечным считается вариант с некоторой максимальной длиной защитных сооружений (возможно с дополнительными мероприятиями), при которой простои флота из-за неблагоприятного волнения практически отсутствуют.

4.2.6. Для каждого i-го из $k_п$ вариантов производительности перегрузочного оборудования (с различным количеством ПК) приведенные затраты по упомянутым двум и промежуточным вариантам защиты рассчитываются по формуле (4.4) и в соответствии с п. 4.2.3 определяется вариант с достаточной защищенностью.

Оптимальным из $k_п$ выбранных считается вариант с минимальными суммарными приведенными затратами.

4.2.7. Если из всего многообразия выделяется несколько вариантов, приведенные затраты по которым минимальны и отличаются незначительно друг от друга (в пределах точности расчета), то считается, что достаточную защищенность имеет вариант с наименьшими затратами по транспортному флоту [последнее слагаемое в формуле (4.4)].

Приложение 1
(справочное)

ДОПУСКАЕМЫЕ ПО УСЛОВИЯМ БЕЗОПАСНОСТИ АМПЛИТУДЫ КОЛЕБАНИЙ СУДНА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГРУЗОВЫХ РАБОТ

Тип судна, род груза	Горизонтальные перемещения A_η, м	Вертикальные перемещения A_ξ, м
Контейнеровозы ячеистого типа	0,12	0,10
Контейнеровозы комбинированного типа, лесовозы и сухогрузные суда общего назначения, длинномеры, крупногабаритный палубный груз, металл и лес в связках и пакетах	0,20	0,10
Операции с тяжеловесами	0,20	0,10
Суда типа ро-ро	0,50	0,50
Сухогрузные суда общего назначения, операции с генеральными (тарно-штучными) грузами с использованием малой механизации и при работе людей в трюме	0,50	0,30
Обработка танкеров	1,50	0,50

Примечание. Приложение 1 используется при отсутствии требований, обоснованных специальными расчетами или техническими данными по перегрузочным машинам и устройствам.

Приложение 2
(рекомендуемое)

Блок-схема программы WIND

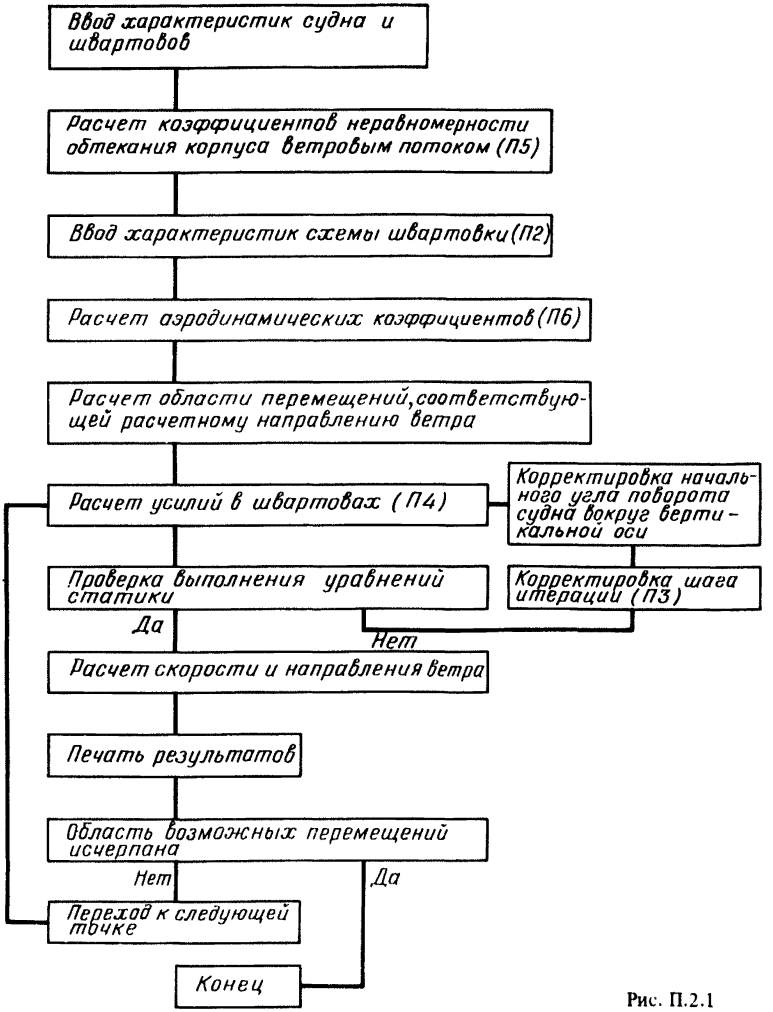

Рис. П.2.1

Текст программы WIND

```
WIND : PROC OPTIONS(MAIN) ;
       DCL(N,I)REAL FLOAT(10) DECIMAL;
       GET LIST (N); ALLOCATE
       SKSI,ETA,ALFA,GAMMA,SL0,X,Y,DL,SN,SNX,SNY,SNKSI,
       SNETA,SM;
       DCL (SKSI,ETA,ALFA,GAMMA,SL0,X,Y,DL,SN,SNX,SNY,SNKSI,
            SNETA,SM) (1:N) REAL FLOAT (10) DECIMAL CTL,
            (TIPSHV,SOST,A9)CHAR(40) VAR;
       GET LIST (SB,SL,SSP,SNR,DLM,SK,SM1,ALFA0,A0,DLXM,DLYM,SKSI,
       ETA,ALFA,GAMMA,SL0,A9,TIPSHV,SOST);
       PUT SKIP EDIT('РАСЧЕТ ДОПУСТИМОЙ СКОРОСТИ ВЕТРА')(X(2),A);
       PUT SKIP(2) EDIT ('СУДНО ',A9)(X(2),A,X(26),A);
       BETA=0.0040;
       PUT SKIP EDIT ('РАСЧЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ВЕТРА, РР',ALFA0)
                     (X(2),A,X(2),F(5,2));
       PUT SKIP EDIT ('СОСТОЯНИЕ ЗАГРУЗКИ',SOST)(X(2),A,X(14),A);
       PUT SKIP EDIT ('ТИП ШВАРТОВОВ ',TIPSHV)(X(2),A,X(18),A);
       IF SB<25 THEN A1=1; ELSE
       IF SB<50 THEN A1=1.2-0.0080*SB; ELSE
       IF SB<100 THEN A1=0.95-0.003*SB; ELSE
       IF SB<200 THEN A1=0.8-0.0015*SB; ELSE SB=0,5;
       IF SL<20 THEN A2=1; ELSE
       IF SL<50 THEN A2=1.2-0.008*SL; ELSE
       IF SL<100 THEN A2=0.95-0.003*SL; ELSE
       IF SL<200 THEN A2=0.8-0.0015*SL; ELSE A2=0,5;
       A0=2*A0/SL;
       IF TIPSHV='СТАЛЬНЫЕ' THEN DLX,DLY=0.1;
       ELSE DLX,DLY=1  ;
       IF A0<=-0.1 THEN A3=-((ABS(A0+0.1))**0.522)*0.45+0.7; ELSE
       IF A0>=-0.1 & A0<=0.3 THEN
       A3=0.7+((ABS(A0+0.1))**0.455)*0.636; ELSE
       A3=1.04;
       IF A0<=-0.1 THEN A4=0.27+((ABS(A0+0.15))**0.93)*
            0.031; ELSE
       IF A0<=0.3 & A0>=-0.1 THEN A4=0.27-((ABS(A0+0.15))
            **0.655)*0.036;
       ELSE A4=0.25;
       DELTA=1.99;
       DO X1=-DLXM BY DLX TO DLXM;
       DO Y1=-DLYM BY DLY TO 0; CONTROL=1;
       SMSV0=0;
       M1;
       X=X1-2*SKSI*(SIND(BETA/2))**2-ETA*SIND(BETA);
       Y=Y1+SKSI*SIND(BETA)-2*ETA*(SIND(BETA/2))**2;
       DO I=1 TO N;
       DL(I)=SQRT(1+(X(I)/SL0(I))**2+(Y(I)/SL0(I))**2
       +2*COSD(GAMMA(I))*(-(Y(I)/SL0(I))*SIND(ALFA(I))
       +(X(I)/SL0(I))*COSD(ALFA(I))))-1;
       IF DL(I)>0 THEN SN(I)=SNR*SK*(DL(I)**SM1);
       ELSE SN(I)=0; END;
       SNX=-((X/SL0+COSD(GAMMA)*COSD(ALFA))/(DL+1))*SN;
       SNY=((-Y/SL0+COSD(GAMMA)*SIND(ALFA))/(DL+1))*SN;
       SNKST=SNX*COSD(BETA)+SNY*SIND(BETA);
       SNETA=-SNX*SIND(BETA)+SNY*COSD(BETA);
       SM=-SNKSI*ETA+SNETA*SKSI;
       SNXS=SUM(SNX);
       SNYS=SUM(SNY);
       SMS=SUM(SM);
```

```
   A1S=-ATAND(SNYS,SNXS);
   V=SQRT(SQRT((SNXS**2+SNYS**2)/((0.14*A1*COSD(BETA-A1S))**
    2+(A2*SIND(BETA-A1S))**2))/(0.5*0.00129*SSP));
   SMV=SL*SSP*0.00129*A3*(V**2)*SIND(BETA-A1S)*
   (A4*A0-ABS(BETA-A1S)/360.000);
   SMSV=SMV+SMS;
   IF ABS(SMSV)<200 THEN DO;
IF  A1S<-ALFA0+30 & A1S>-ALFA0-30 THEN GO TO M45  ;
     ELSE GO TO M10;   M45:
PUT SKIP EDIT('СКОРОСТЬ ВЕТРА,М/С',V)(SKIP(2),X(2),A,X(5),
  F(7,2));
PUT SKIP EDIT ('ПОПЕРЕЧНОЕ СМЕЩЕНИЕ,М',Y1)(X(2),A,X(2),F(7,2));
PUT SKIP EDIT ('ПРОДОЛЬНОЕ СМЕЩЕНИЕ,М',X1)(X(2),A,X(2),F(7,2));
PUT SKIP EDIT ('УГОЛ ПОВОРОТА ВОКРУГ')(X(2),A)
              ('ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСИ, ГР',BETA)(X(2),A,X(2),F(7,2));
            PUT SKIP EDIT ((88)'_')(A) ;
            PUT SKIP EDIT ('N','KSI','ETA','ALFA','GAMMA',
               'L0','N1','NX','NY','DL')
                (X(2),A,X(5),A,X(5),A,X(5),A,X(5),A,X(6),
                A,X(8),A,X(7),A,X(7),A,X(7),A);
            PUT SKIP EDIT ((88)'_')(A);
DO I=1 TO N; IF DL(I)<DLM THEN
            PUT EDIT (I,SKSI(I),ETA(I),ALFA(I),GAMMA(I),
                      SL0(I),SN(I),SNX(I),SNY(I),
              DL(I))(SKIP,F(5),X(4),F(6,1),X(2),F(5,1),
              X(3),F(6,1),X(4),F(4,1),X(5),F(5,1),
              X(3),F(8,1),X(1),F(8,1),X(2),F(8,1),
              X(1),F(10,5));
             ELSE PUT SKIP EDIT     ('ДЕФОРМАЦИЯ ШВАРТОВА',I,
              'ПРЕВЫШАЕТ ДОПУСТИМУЮ ВЕЛИЧИНУ')(X(2),A,X(1),
             F(3,0),X(1),A);
END; PUT SKIP EDIT ((88)'-')(A); END; ELSE DO;
            IF SMSV0=0 THEN SMSV=SMSV; ELSE
            DO; IF SMSV0*SMSV>0 THEN SMSV=SMSV;
            ELSE DO;KKK=DELTA; DELTA=(DELTA-1)/10+KKK;
        END;  END;
          IF ABS(SMSV0-SMSV)>1 THEN SMSV0=SMSV;
            ELSE DO; IF CONTROL=2 THEN SMSV0=SMSV;
              ELSE DO; BETA=-BETA; CONTROL=2; END;END;
          IF BETA>0 THEN DO; IF SMSV>0 THEN
            BETA=BETA+DELTA; ELSE
            BETA=BETA/DELTA;END; ELSE
          DO; IF SMSV>0 THEN BETA=BETA/DELTA;
          ELSE BETA=BETA+DELTA; END;
          GO TO M1;  PUT SKIP DATA (CONTROL);
          END;
          M10;
        END; END; END;
```

Текст программы WAVE

```
WAVE: PROC OPTIONS(MAIN);
      DCL(NAME,SOST) CHAR(40) VAR;
      GET LIST(NAME,SD,SL,SB,ST,SHT,SIT,SLT,
      ZG,H,SKOTB,SKSHV,SOST,AMPL,XI,LAMBDA);
      PUT SKIP DATA(SD,SL,SB,ST,SHT,SIT,SLT,ZG,
        H,SKOTB,SKSHV,AMPL,XI,LAMBDA);
      IF SOST='ПОРОЖНЕМ' THEN ALFA1=1.4; ELSE
      ALFA1=1.2;
      ALFA=SQRT(SKOTB/SKSHV);
      SK1=((4*(1+ALFA)+5*(1-ALFA)*(SQRT(ALFA)
       -1)/(SQRT(ALFA)+1)-(1-ALFA)*((SQRT(
       ALFA)-1)/(SQRT(ALFA)+1))**5))/8;
      IF ST/H<=0.3 THEN MU=((ST/H)**2.269)*
       3.03+1;
      ELSE MU=((ST/H)**2.87)*4.22+1;
       PUT SKIP DATA(MU);
      A=2*ST*SQRT(ALFA1
                    *SD/(9.8*SB*SL*ST*3.14));
      ARG=6.28*A/LAMBDA;
      IF ARG<=0.33 THEN
      DELTA=-((ARG-0.27)**2)*4.79+1.3;
      ELSE IF ARG<1.4 THEN
      DELTA=(0.227*ARG)**1.976;
      ELSE DELTA=0.0425*ARG+0.231;
      SMC=SD*(1+2*ST*ALFA1*DELTA*MU/SB)/9.8;
      GC=1/SMC;
      GTETA=(SLT**2)/SIT;
      SITETA=SLT/SIT;
      OMEGA22=GC*SKSHV*SK1;
      OMEGA12=GTETA*SKSHV*SK1;
      SIG=9.8*6.28*(TANH(6.28*H/LAMBDA))
        /LAMBDA;
      OMEGA=SD*SHT/SIT;
      B2=OMEGA/SIG-1;
      B1=(OMEGA22/SIG-1)*(OMEGA/SIG-1);
      VK=6.28/LAMBDA;
      SIX=1/SMC;
      SKOTR=0.9*SQRT(1-SINH(VK*(H-ST))*
      SINH(VK*(2*H-ST))/(SINH(VK*H)*
      SINH(2*VK*H)))*(1-(OMEGA/SIG)**2);
      BETA=XI*SQRT((1-SKOTR)/(1+SKOTR));
      PSI=(SINH(VK*H)-SINH(VK*(H-ST)))/
      COSH(VK*H);
      RX=0.32*SL*9.8*(1+SKOTR)*PSI*SQRT(
       2*(1-BETA*COS(VK*SB)))/VK;
      SKPR=SQRT(1-SKOTR**2);
      A1=SQRT(((1+SKOTR)**2)/4+(XI**2)*(
      1-SKOTR**2)-XI*(1+SKOTR)*SQRT(1-SKOTR**2
       )*COS(VK*SB)));
      RYETA=9.8*SL*A1*(ZG*SINH(VK*H)+(ST-
       ZG)*SINH(VK*(H-ST))+(COSH(VK*(H
       -ST))-COSH(VK*H))/VK)/(VK*COSH(VK*H)));
      HDOP=ABS(AMPL*(SQRT(ALFA)+1)*(SIG*B1-OMEGA12)
```

```
          /(2*SQRT(ALFA)*(SIX*RX*B2-SITETA*ABS(RTETA))));
     PUT SKIP(4) EDIT((44)'*')(A);
     PUT SKIP(2)  EDIT  (' РАСЧЕТ ДОПУСТИМОЙ ВЫСОТЫ ВОЛНЫ'
     )(X(10),A);
     PUT SKIP(2)
          EDIT('СУДНО',' ******')
               (A,X(24),A)
              ('ВОЗВОЗМЕЩЕНИЕ, КН',SD)(SKIP(1),A,X(12),F(8,1))
              ('ДЛИНА, М',SL)(SKIP,A,X(24),F(5,1))
              ('ШИРИНА, М',SB)(SKIP,A,X(24),F(4,1))
              ('ОСАДКА, М',ST)(SKIP,A,X(24),F(4,1))
              ('ПОПЕРЕЧНАЯ МЕТАЦЕНТРИ-      ')(SKIP,A)
              ('ЧЕСКАЯ ВЫСОТА, М',SHT)(SKIP,A,X(17),F(4,1))
              ('МОМЕНТ ИНЕРЦИИ, Т*М2',SIT)(SKIP,A,
                   X(8),F(9,1))
              ('ОТСТОЯНИЕ ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ')(SKIP,A)
               ('ОТ ВАТЕРЛИНИИ, М',ZG)(SKIP,A,X(17),F(4,1))
              ('ГЛУБИНА У ПРИЧАЛА, М',H)(SKIP,A,X(13),F(4,1))
              ('СУММАРНАЯ ЖЕСТКОСТЬ')(SKIP,A)
              (' ШВАРТОВОВ, КН/М',SKSHV)(SKIP,A,X(16),
                   F(5,1))
              ('СУММАРНАЯ ЖЕСТКОСТЬ')(SKIP,A)
              (' ОТБОЕВ, КН/М',SKOTB)(SKIP,A,X(18),F(6,1))
              ('АМПЛИТУДА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ, М',AMPL)(SKIP,A,X(9),
                F(4,1))
              ('КОЭФФИЦИЕНТ XI',XI)(SKIP,A,X(19),F(4,1));
PUT SKIP(2) EDIT ('РАСЧЕТНАЯ ДЛИНА ВОЛНЫ, М',LAMBDA)
                   (A,X(8),F(5,1))
              ('ДОПУСТИМАЯ ВЫСОТА ВОЛНЫ, М',HDOP)
              (SKIP,A,X(7),F(4,1))
              ((44)'*')(SKIP(2),A);
            PUT SKIP DATA (HDOP);
PUT SKIP DATA(ALFA,SK1,MU,A,ARG,DELTA,SMC,GC,GTETA,SITETA,
          OMEGA22,OMEGA12,SIG,OMEGA,B2,B1,VK,SIX,SKOTR,
        BETA,PSI,RX,SKPR,A1,RTETA ; END;
```

Блок-схема программы FLOPP

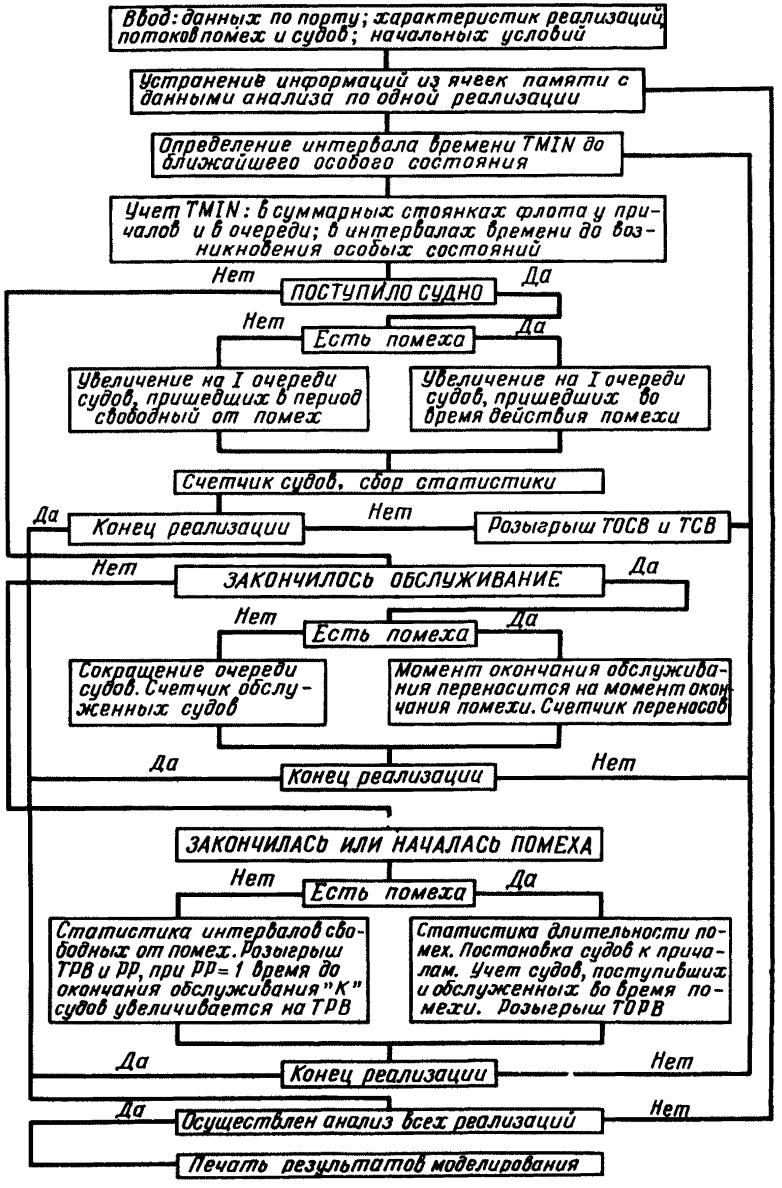

Рис. П.2.2

Текст программы FLOOP

```
FLOPP : PROC OPTIONS (MAIN);
    DCL  TC(200),TCP(200),
         AS BIN FIXED(15,15),
         PORT CHAR(30) VAR,
          GTOC(31,3),GTC(31,3),GTP(31,3),GTOP(31,3),
         FPS(20) INIT(12.71, 4.303, 3.128, 2.776, 2.571, 2.447, 2.365,
                      2.306, 2.262, 2.228, 2.201, 2.179, 2.160, 2.145,
                      2.132, 2.120, 2.110, 2.101, 2.093, 2.086);
    GTOC,GTC,GTP,GTOP=0;
    TC=0; TCP=0;
    NNR,GR,IDOC,IDC,IDOP,IDP,TOCSR ,TOC2SR,TOSR,TO2SR=0;
    TPSR,T2PSR,TOPSR,TOP2SR,PP1SR,PP2SR,CPSR,CPSR2=0;
    COSR,COSR2,CTPSR,CTBSR2,ZPSR=0;
    GET LIST (PORT,    /*НАЗВАНИЕ ПОРТА*/
              NR,      /*КОЛИЧЕСТВО РЕАЛИЗАЦИЙ*/
              NPR,     /*КОЛИЧЕСТВО ОБСЛУЖ.КОМПЛЕКСОВ*/
              T,       /*ДЛИНА РЕАЛИЗАЦИИ*/
              PP1R,PP2R,/*ВЕРОЯТНОСТЬ ПОМЕХ 1 И 2*/
              IDOC);   /*ЗАКОН.РАСПР.ДЛИТ.ИНТЕРВ.ПОСТУПЛ.СУДОВ*/
    IF IDOC=2 THEN DO; /*ЗАКОН ПРОИЗВОЛЬНЫЙ*/
       GET LIST (IB11); /*ДЛИНА МАССИВА GTOC*/
       IB1=IB11-1;
       DO I=1 TO IB11;
       GET LIST (GTOC(I,1))/*АБСЦИССЫ ИНТЕРВАЛОВ*/
       END;
       FG1=1/IB1;
       DO I=1 TO IB1;
       J=I+1;
       GTOC(I,2)=GTOC(J,1)-GTOC(I,1);
       GTOC(J,3)=I*FG1;
       END;
    END;
    IF IDOC=1 THEN GET LIST (GTOC(1,1));
    GET LIST (IDC); /*ЗАКОН РАСПР.ДЛИТ.ОБСЛ.*/
    IF IDC=2 THEN DO;
       GET LIST (IB21);
       IB2=IB21-1;
       DO I=1 TO IB21;
       GET LIST (GTC(I,1));
       END;
       FG1=1/IB2;
       DO I=1 TO IB2;
       J=I+1;
       GTC(I,2)=GTC(J,1)-GTC(I,1);
       GTC(J,3)=I*FG1;
       END;
    END;
    IF IDC=1 THEN GET LIST (GTC(1,1));
    IF PP1R¬=0 | PP2R¬=0 THEN DO;
       GET LIST (IDOP);  /*ЗАКОН РАСПР.ИНТ.СВОБОДН.СОСТ.*/
       IF IDOP=2 THEN DO;
          GET LIST (IB31);
          IB3=IB31-1;
          DO I=1 TO IB31;
```

```
      GET LIST (GTOP(I,1));
      END;
      FG1=1/IB3;
      DO I=1 TO IB3;
      J=I+1;
      GTOP(I,2)=GTOP(J,1)-GTOP(I,1);
      GTOP(J,3)=I*FG1;
         END;
      END;
      IF IDOP=1 THEN GET LIST (GTOP(1,1));
      GET LIST (IDP);     /*ЗАКОН РАСПР.ДЛИТ.ПОМЕХ*/
      IF IDP=2 THEN DO;
         GET LIST (IB41);
         IB4=IB41-1;
         DO I=1 TO IB41;
         GET LIST (GTP(I,1));
         END;
         FG1=1/IB4;
         DO I=1 TO IB4;
         J=I+1;
         GTP(I,2)=GTP(J,1)-GTP(I,1);
         GTP(J,3)=I*FG1;
         END;
      END;
      IF IDP=1 THEN GET LIST (GTP(1,1));
   END;
   DCL URAND1 ENTRY (BIN FIXED),
       URAND RETURNS (BIN FIXED(15,15));
   GET LIST (IO,      /*НАЧАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЛС. ВЕЛИЧИНЫ URAND*/
             TOCB,    /*ВРЕМЯ ДО ПОСТУПЛЕНИЯ ПЕРВОГО СУДНА*/
             TCB);    /*ВРЕМЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ ПЕРВОГО СУДНА*/
   TOPB=T+10C;
   IF PP1R^=0 | PP2R^=0 THEN DO;
      GET LIST (TOPB);
      GR=PP1R/(PP1R+PP2R);
   END;
   CALL URAND1 (IO);
MNR:TOC=TOCB;
   TOP=TOPB;
  NCT,NCU,NP,NC,NCP,NCP2,PP,TX,STOC,STOC2,STC,STC2=0;
   TP1,TP2,T2P,STOP,STOP2,SCO,SCP=0;
MA :IF NC>NPR THEN K=NPR;
      ELSE K=NC;
   TMIN=TC(1);
   KP=1;
   IF NC+NCP>=200 THEN DO;
      PUT EDIT('В ПОРТУ СКОПИЛОСЬ 200 СУДОВ.',
      'ВОЗМОЖНО ПЕРЕПОЛНЕНИЕ МАССИВА TC.')(COL(20),A);
      GOTO M12;
   END;
   IF STOC2>=1000000 | STC2>=1000000 | STOP2>=1000000 |
   T2P>=1000000 THEN DO;
       PUT EDIT('СУММА КВАДРАТОВ СЛУЧАЙНОЙ ВЕЛИЧИНЫ >=1000000')
       (COL(20),A);
       PUT DATA(STOC2,STC2,STOP2,T2P);
      GOTO M12;
   END;
   IF K>1 THEN
   DO I=2 TO K;
      IF TMIN>TC(I) THEN DO;
```

```
      TMIN=TC(I); KP=I;
      END;
END; /*ПОИСК МИНИМАЛЬНОГО ИНТЕРВАЛА В МАССИВЕ TC И ЕГО НОМЕРА*/
IF TMIN>TOC | K=0 THEN DO;/*ПРИ K=0,TMIN=0,Т.К,TC(1)=0*/
   TMIN=TOC;
   KP=NPR+1;
   END;
IF PP=0 THEN TPP=TOP;
   ELSE TPP=TP;
IF (TMIN>=TPP & PP>0) | (TMIN>TPP & PP=0) THEN DO;
   TMIN=TPP;
   KP=NPR+10;
   END;
TX=TX+TMIN;  /*ТЕКУЩАЯ АБСЦИССА*/
SCO=SCO+(NC+NCP-K)*TMIN; /*СУММАРНЫЕ ПРОСТОИ В ОЧЕРЕДИ*/
SCP=SCP+K*TMIN;  /*СУММАРНЫЕ ПРОСТОИ СУДОВ У ПРИЧАЛОВ*/
 TOC=TOC-TMIN;
 IF PP=0 THEN TOP=TOP-TMIN;
 ELSE TP=TP-TMIN;
IF K>0 THEN
   DO I=1 TO K;
      TC(I)=TC(I)-TMIN;
   END;/*ИНТЕРВАЛ ДО ОКОНЧАНИЯ ОБСЛ. СУДОВ У ПРИЧАЛОВ УМЕНЬШЕН*/
IF KP=NPR+1 THEN DO;       /*ЧЕРЕЗ TMIN ПРИШЛО СУДНО*/
IF PP=0 THEN DO; /* ПОМЕХИ НЕТ */
   NC=NC+1; /*КОЛИЧ.СУДОВ В СИСТЕМЕ УВЕЛИЧ.НА 1*/
   TC(NC)=TCB;/*ВРЕМЯ ОБСЛ.ПРИБ.СУДНА ВНОСИТСЯ В TC С НОМЕРОМ NC*/
   END;
ELSE DO; /*СУДНО ПРИШЛО,ПОМЕХА ЕСТЬ*/
NCP=NCP+1; /*КОЛИЧ.СУДОВ,ПРИШЕДШИХ ВО ВРЕМЯ ПОМЕХИ УВЕЛИЧ.НА 1*/
TCP(NCP)=TCB; /*ВРЕМЯ ОБСЛ.СУДНА ВНОСИТСЯ В TCB С НОМЕРОМ NCP*/
END;
STOC2=STOC2+TOCB**2;/*СУММА КВ.ИНТЕРВ.ДО ПОСТУПЛ.СУДОВ*/
STOC=STOC+TOCB;
STC=STC+TCB; /*СУММАРНОЕ ВРЕМЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ*/
STC2=STC2+TCB**2; /*СУММА КВ.ДЛИТЕЛЬНОСТИ ОБСЛУЖ.*/
NCT=NCT+1;/*СУММАРНОЕ КОЛИЧ.СУДОВ УВЕЛИЧИВАЕТСЯ НА 1*/
IF TX>=T THEN GOTO M11;/*ЕСЛИ РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАКОНЧЕНА--M11*/
BS=URAND;                  /*РЕАЛ. НЕ ЗАКОНЧ.,РОЗЫГРЫШ TCB И TOCB*/
IF IDOC=1 THEN TOCB=-GTOC(1,1)*LOG(BS+0.000001);
IF IDOC=2 THEN DO;
  IBM=1;
  DO WHILE (BS<GTOC(IBM,3) | BS>=GTOC(IBM+1,3));
  IBM=IBM+1;
  END;
  TOCB=GTOC(IBM,1)+URAND*GTOC(IBM,2);
END;   /*РАЗЫГРАН ИНТ.ДО ПОСТУПЛ.СУДНА*/
TOC=TOCB;
BS=URAND;
IF IDC=1 THEN TCB=-GTC(1,1)*LOG(BS+0.000001);
IF IDC=2 THEN DO;
  IBM=1;
  DO WHILE (BS<GTC(IBM,3) | BS>=GTC(IBM+1,3));
  IBM=IBM+1;
  END;
  TCB=GTC(IBM,1)+URAND*GTC(IBM,2);
END;  /*РАЗЫГРАНА АЛИТ.ОБСЛУЖИВАНИЯ*/
GOTO M;
END;
IF KP<=NPR THEN DO; /*ЗАКОНЧЕНО ОБСЛУЖИВАНИЕ*/
```

```
IF PP=0 THEN DO;/*ОБСЛУЖ.ЗАКОНЧИЛОСЬ,ПОМЕХИ НЕТ */
   IF KP^=NC THEN
   DO I=KP TO (NC-1);
      TC(I)=TC(I+1);
   END;/*НА МЕСТО СУДНА,ЗАКОНЧ.ОБСЛ.,С НОМ."КР"УСТАН.ОЧЕР.СУДНО*/
   TC(NC)=0;
   NC=NC-1;  /*КОЛИЧ.СУДОВ В СИСТЕМЕ УМЕНЬШ.НА 1 */
   NCU=NCU+1;/*СУММАРНОЕ ЧИСЛО ОБСЛУЖЕННЫХ СУДОВ УВЕЛИЧ.НА 1 */
   IF TX>=T THEN GOTO M11;     /* РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАКОНЧЕНА */
   GOTO MN;       /*РЕАЛИЗАЦИЯ НЕ ЗАВЕРШЕНА */
END;
IF KP^=K THEN              /*ОБСЛУЖ.ЗАКОНЧ.,ПОМЕХА ЕСТЬ*/
   DO I=KP TO (K-1);
      TC(I)=TC(I+1);/*СУДНУ,ЗАКОНЧ.ОБСЛ.С НОМ."КР",ПРИСВ."К"*/
   END;
TC(K)=TP; /*ПРОСТОЯ У ПРИЧ.СУДНА,ЗАКОНЧ.ОБСЛУЖ.,УВЕЛИЧИВ.НА TP */
NCP2=NCP2+1; /*КОЛИЧ.СУДОВ,ЗАКОНЧИВШ.ОБСЛУЖ.ВО ВР.ПОМ.2,УВ.НА 1*/
IF TX>=T THEN GOTO M11;/*ЕСЛИ РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАКОНЧИЛАСЬ-->M11*/
GOTO MN;       /*ПОВТОРЕНИЕ ЦИКЛА */
END;
IF KP=NPR+10 THEN DO; /*ЗАКОНЧИЛАСЬ ИЛИ НАЧАЛАСЬ ПОМЕХА*/
IF PP=0 THEN DO;        /*ЕСЛИ ПОМЕХА НАЧАЛАСЬ*/
STOP=STOP+TOPB; /*СУММАРНАЯ ДЛИТЕЛЬНОСТЬ СВОБОДН.СОСТОЯНИЯ*/
STOP2=STOP2+TOPB**2; /*СУММА КВАДР.ДЛИТ.СВОБОДН.СОСТОЯНИЯ*/
IF TX>=T THEN GOTO M11;/*ЕСЛИ РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАКОНЧИЛАСЬ-->M11*/
BS=URAND;                  /*РЕАЛИЗАЦ. НЕ ЗАКОНЧИЛАСЬ,РОЗЫГРЫШ TP*/
IF IDP=1 THEN TPB=-GTP(1,1)*LOG(BS+0.000001);
IF IDP=2 THEN DO;
  IBM=1;
  DO WHILE(BS<GTP(IBM,3) | BS>=GTP(IBM+1,3));
  IBM=IBM+1;
  END;
  TPB=GTP(IBM,1)+URAND*GTP(IBM,2);
END;
TP=TPB;
BS=URAND;
IF BS<GR THEN PP=1;
   ELSE PP=2;  /*ОПРЕДЕЛЕН ВИД ПОМЕХИ*/
IF PP=1 & K^=0 THEN  /*НАЧАЛАСЬ ПОМЕХА 1 */
   DO I=1 TO K;
      TC(I)=TC(I)+TP;/*ЦИКЛ ОБСЛУЖ.СУДОВ,СТОЯЩ.У ПРИЧ.,УВ.НА TP*/
   END;
GOTO MN;  /*ПОВТОРЕНИЕ ЦИКЛА*/
END;
IF PP=1 THEN TP1=TP1+TPB; /*ЕСЛИ ПОМ.ЗАКОНЧ.,СУММАРН.ДЛИТ.ПОМ.1*/
ELSE TP2=TP2+TPB; /*СУММАРН.ДЛИТ.ПОМЕХ 2*/
T2P=T2P+TPB**2; /*СУММА КВАДР.ДЛИТ.ПОМЕХ*/
NP=NP+1;
IF TX>=T THEN GOTO M11;/*ЕСЛИ РЕАЛИЗАЦИЯ ЗАКОНЧЕНА-->M11*/
BS=URAND;                  /*РЕАЛИЗАЦ. НЕ ЗАКОНЧЕНА,РОЗЫГРЫШ TOP*/
IF IDOP=1 THEN TOPB=-GTOP(1,1)*LOG(BS+0.000001);
IF IDOP=2 THEN DO;
  IBM=1;
  DO WHILE (BS<GTOP(IBM,3) | BS>=GTOP(IBM+1,3));
  IBM=IBM+1;
  END;
  TOPB=GTOP(IBM,1)+URAND*GTOP(IBM,2);
END;
TOP=TOPB;
IF K^=NC & NCP2^=0 THEN /*ЕСЛИ К=NC-->ОЧЕРЕДИ НЕТ*/
```

```
      DO I=(K+1-NCP2) TO(NC-NCP2);
         TC(I)=TC(I+NCP2);
      END;/*ПОСТАНОВКА СУДОВ ИЗ ОБЩЕЙ ОЧЕРЕДИ ПОД ОБРАБОТКУ*/
   NC=NC-NCP2;
   NCU=NCU+NCP2;
   NCP2=0;
   IF NCP=0 THEN
      DO I=NC+1 TO(NC+NCP);
         TC(I)=TCP(I-NC);/*ПОСТАН.СУДОВ,ПРИШ.ВО ВР,ПОМ.,В ОБЩ.ОЧ.*/
         TCP(I-NC)=0;
      END;
   NC=NC+NCP;
   NCP=0;
   PP=0;
   GOTO MN; /*ПОВТОРЕНИЕ ЦИКЛА*/
   END;
URAND1 : PROC (I0);   /*ГЕНЕРАТОР СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ*/
        DCL L STATIC INIT (-1),
            IR BIN FIXED(15,15),
            I31 BIN FIXED(31),
            B32 BIT(32);
        L=I0;
        RETURN;
URAND : ENTRY RETURNS (BIN FIXED(15,15));
        IF L<0 THEN L=0;
        I31=L*1100100100010IB+110110000110IB;
        B32=UNSPEC(I31);
        UNSPEC(L)='0'B!!SUBSTR(B32,18,15);
        UNSPEC(IR)=UNSPEC(L);
        RETURN (IR);
END;
M11:NCU=NCU+K;
   IF NCT>0 THEN DO;
        CO=SCO/NCT; /*СРЕДНЯЯ ДЛИТ.ОЖИДАНИЯ В ОЧЕРЕДИ*/
        COSR=COSR+CO/NR; /*-----"---- ПО ВСЕМ РЕАЛИЗ.*/
        COSR2=COSR2+CO**2/NR; /*СР.КВАДРАТ ----"-----*/
        TOSR=TOSR+STC/NCT/NR; /*СР.ДЛИТ.ОБСЛ.ПО ВСЕМ РЕАЛ.*/
        TO2SR=TO2SR+STC2/NCT/NR;/*СР.КВАДРАТ----"-----*/
        TOCSR=TOCSR+STOC/NCT/NR; /*СР.ДЛИТ.ИНТ.ПОСТУПЛ.СУДОВ*/
        TOC2SR=TOC2SR+STOC2/NCT/NR; /*СР.КВАДРАТ----"-----*/
     END;
   IF NCU>0 THEN DO;
        CP=SCP/NCU; /*СР.ДЛИТ.ЦИКЛА ОБСЛ.ПО 1-Й РЕАЛ.*/
        CPSR=CPSR+CP/NR; /*-----"---- ПО ВСЕМ РЕАЛИЗ.*/
        CPSR2=CPSR2+CP**2/NR; /*СР.КВАДРАТ ----"-----*/
   END;
   IF NP>0 THEN DO;
        TPSR=TPSR+(TP1+TP2)/NP/NR; /*СР.ДЛИТ.ПОМ.ПО ВСЕМ РЕАЛ.*/
        T2PSR=T2PSR+T2P/NP/NR; /*СР.КВАДРАТ----"-----*/
        TOPSR=TOPSR+STOP/NP/NR; /*СР.ДЛИТ.ИНТ.СВОБ.ОТ ПОМЕХ ---"----*/
        TOP2SR=TOP2SR+STOP2/NP/NR; /*СР.КВАДРАТ----"-----*/
   END;
   CTBSR=CTBSR+(CO+CP)/NR; /*СР.СТОЯН.ВРЕМЯ ПО ВСЕМ РЕАЛ.*/
   CTBSR2=CTBSR2+(CO+CP)**2/NR; /*СРЕДНИЯ КВАДРАТ----"-----*/
   ZPSR=ZPSR+SCP/TX/NPR/NR; /*КОЭФФИЦ.ЗАНЯТОСТИ ПРИЧ.*/
   PP1SR=PP1SR+TP1/TX/NR; /*ВЕРОЯТН.ПОМ.1 СРЕДНЯЯ ПО ВСЕМ РЕАЛ.*/
   PP2SR=PP2SR+TP2/TX/NR; /*ВЕРОЯТН.ПОМ.2 ----"-----*/
   NNR=NNR+1;
   IF NNR<NR THEN GOTO MNR;
```

```
    IF NR>1 THEN DO;
    EPSI=EPS(NR-1);
    OTNCP=EPSI*100/CPSR*SQRT((CPSR2-CPSR**2)/(NR-1));
    OTNCO=EPSI*100/COSR*SQRT((COSR2-COSR**2)/(NR-1));
    OTNCTB=EPSI*100/CTBSR*SQRT((CTBSR2-CTBSR**2)/(NR-1));
    END;
    ELSE DO;
    OTNCP,OTNCTB,OTNCO=0;
    EPSI=0;
    END;
    PUT SKIP EDIT
    ('РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА') (COL(12),A)
    ('ОБСЛУЖИВАНИЯ СУДОВ В ПОРТУ ',PORT) (COL(12),A,A)
    ((65)' ') (COL(1),A) ((65)'-') (COL(1),A)
('!        ! КОЛ-! СРЕДНЯЯ ! СРЕДНИЙ !          !          !          !',
 '! ДЛИНА ! ЁВО  ! ДЛИТ.   ! КВАДРАТ ! СРЕДНЯЯ  ! СРЕДНИЙ ! СРЕДНЯЯ  !',
 '! РЕАЛИ-! ПРИ-! ИНТЕРВ.  ! ДЛИТ.   ! ДЛИТ.    ! КВАДРАТ ! ДЛИТ.    !',
 '! ЗАЦИИ  ! ЧА- ! ПОСТУПЛ.! ИНТЕРВ.  ! ОБСЛУЖ.  ! ДЛИТ.   ! ПОМЕХ    !',
 '!        ! ЛОВ  !  СУДОВ  ! ПОСТУПЛ.!  СУДОВ   ! ОБСЛУЖ. !          !',
 '!        !      !         !  СУДОВ  !          !  СУДОВ  !          !',
 '!--------!------!---------!---------!----------!----------!----------!',
 '!   1    !  2   !    3    !    4    !    5     !    6     !    7     !',
 '!--------!------!---------!---------!----------!----------!----------!',
 '!        !      !         !         !          !          !          !')
   (10(COL(1),A))
('!',T,'!',NPR,'!',TOCSR,'!',TOC2SR,'!',TOSR,'!',TO2SR,'!',TPSR,'!')
(COL(1),A,X(1),F(5),X(1),A,X(2),F(2),X(1),A,5(X(1),F(7,3),X(1),A))
('!        !      !         !         !          !          !          !',
 '!--------!------!---------!---------!----------!----------!----------!')
      (2(COL(1),A)) ((65)' ') (COL(1),A) ((65)'-') (COL(1),A)
('!          ! СРЕДНЯЯ ! СРЕДНИЙ !  ВЕРОЯТНОСТЬ  !          ! КОЭФ- !',
 '! СРЕДНИЙ  !  ДЛИТ.  ! КВАДРАТ !      ПОМЕХ     ! СРЕДНЯЯ ! ФИЦИ- !',
 '! КВАДРАТ  ! ИНТЕРВ. !  ДЛИТ.  !----------------! ДЛИТ.   !  ЕНТ  !',
 '!  ДЛИТ.   ! СВОБОДА- ! ИНТЕРВ. ! ПЕР-  ! ВТО-  ! ЦИКЛА   ! ЗАНЯ- !',
 '!  ПОМЕХ   !  НЫХ ОТ  ! СВОБ.ОТ ! ВОГО  ! РОГО  ! ОБСЛУЖ. ! ТОСТИ !',
 '!          !  ПОМЕХ   !  ПОМЕХ  ! ВИДА  ! ВИДА  !          ! ПРИЧ. !',
 '!----------!----------!---------!--------!-------!----------!-------!',
 '!    8     !    9     !    10   !   11   !  12   !    13    !  14   !',
 '!----------!----------!---------!--------!-------!----------!-------!',
 '!          !          !         !        !       !          !       !')
   (10(COL(1),A))
  ('!',T2PSR,'!',TOPSR,'!',TOP2SR,'!',PP1SR,'!',PP2SR,'!',CPSR,'!',
   ZPSR,'!') (COL(1),A,3(X(1),F(7,3),X(1),A),2(X(1),F(5,3),X(1),A),
              X(1),F(7,3),X(1),A,X(1),F(5,3),X(1),A)
('!          !          !         !        !       !          !       !',
 '!----------!----------!---------!--------!-------!----------!-------!',
 '                                                                     ')
     (2(COL(1),A));
    PUT SKIP EDIT
('!----------!----------!---------!--------!-------!----------!-------!',
 '!          !          ! КОЛ-!ЗНА- !   ТОЧНОСТЬ ОЦЕНОК В % ОТ     !',
 '! СРЕДНЯЯ  ! СРЕДНЕЕ  ! -ВО !ЧЕНИЕ !   СРЕДНЕГО С МЕРОЙ НАДЕЖ-    !',
 '!  ДЛИТ.   !  СТОЯ-   ! РЕА-!АРГУ- !          НОСТИ 0.95          !',
 '! ОЖИДА-   !  НОЧНОЕ   ! ЛИ- !МЕНТА !----------------------------!',
 '!  НИЯ В   !  ВРЕМЯ    ! ЗА- !Т-РАС-!  ЦИКЛА  ! ОЖИДАН. ! СТОЯН.  !',
 '! ОЧЕРЕДИ  !  СУДОВ    ! ЦИЯ !ПРЕД. ! ОБСЛУЖ. ! В ОЧЕР. ! ВРЕМЕНИ !',
 '!----------!----------!-----!-------!--------!---------!---------!',
 '!    15    !    16    ! 17  !  18   !   19   !    20   !    21   !',
 '!----------!----------!-----!-------!--------!---------!---------!',
 '!          !          !     !       !        !         !         !')
```

```
   (12(COL(1),A))
  ('!',COSR,'!',CTBSR,'!',NR,'!', EPS1,'!',OTNCP,'!',OTNCO,'!',
   OTNCTB,'!') (COL(1),A,2(X(1),F(7,3),X(1),A),X(2),F(2),X(1),A,
                F(6,3),X(1),A,3(X(1),F(7,3),X(1),A))
('!          !          !     !          !          !          !',
 '-----------------------------------------------------------');
   (2(COL(1),A));
    PUT SKIP DATA (IDOC,IDC,IDOP,IDP);
M12: END;
```

Приложение 3
(справочное)

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ

Пример 1

Необходимо рассчитать безопасные условия стоянки танкера типа "Крым" у нефтепирса в условиях действия штормового ветра северо-восточного направления, действующего под углом 20^0 к диаметральной плоскости судна.

В соответствии с указаниями п. 2.2.1 настоящего РД ветровая нагрузка воспринимается в основном носовыми продольными швартовами и кормовым шпрингом. Величины ветровых нагрузок R_y, определенные по рекомендациям СНиП 2.06.04–82*, представлены в зависимости от скорости ветра графиками на рис. П.3.1. Расчет величин нагрузок в швартовых концах производим по формулам (2.2) и (2.3) настоящего РД. При этом принимаем $\alpha_н = 10^0$, $\gamma_н = 10^0$ для носовых продольных концов, длина которых $l_н = 90$ м, и $\alpha_к \approx 0^0$, $\gamma_к = 15^0$ для кормового шпринга, длина которого $l_к = 80$ м. Результат их расчета приведен в табл. П.3.1.

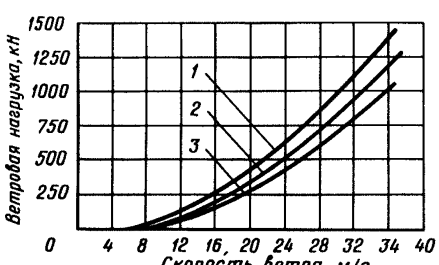

Рис. П.3.1. Величины ветровых нагрузок на ошвартованное судно: 1 – судно порожнем; 2 – в балласте; 3 – в полном грузу

Полагаем, что судно ошвартовано капроновыми швартовами с длиной окружности S = 250 мм. Их разрывное усилие в соответствии с графиком на рис. 2.3 настоящего РД составляет $N_р = 883$ кН. Величину статического коэффициента запаса прочности этих канатов принимаем $n_з = 5,0$. Следовательно, необходимо осуществить такую схему закрепления судна швартовными концами, когда нагрузка в каждом из них не будет превышать $N_р : 5,0 = 176,6$ кН.

Таблица П.3.1

Величины нагрузок, действующих в швартовных канатах

Скорость ветра v, м/с	Нагрузка R_y, кН	Усиление в канатах, кН	
		носовом продольном	кормовом шпринге
10	68,7 (судно порожнем)	33,4	36,9
15	245 (судно порожнем)	124	128
20	294 (судно порожнем)	143	153
25	549 (в балласте)	268	286
30	795 (в балласте)	388	416
36	981 (в грузу)	476	512

Сопоставляя допускаемую величину нагрузки в швартове с данными табл. П.3.1., находим, что при стоянке судна порожнем (при наибольшей площади его парусности) она будет безопасной, если при скорости ветра порядка 25 м/с число швартовных концов будет удвоено, причем целесообразно частично загрузить судно или принять балласт. При ветре 30 м/с безопасную стоянку можно осуществлять лишь при условии частичной загрузки судна и увеличении числа швартовов каждого наименования до двух. При дальнейшем усилении ветра необходимо увеличить число носовых продольных канатов до четырех (это возможно при их закреплении на разных бортах бака судна); число канатов в группе шпрингов в соответствии с п. 2.2.1 настоящего РД увеличивать более чем до трех не рекомендуется. При достижении ветром скорости более 30 м/с стоянка судна может быть безопасной только при его балластировке до состояния полного груза. Эти данные приведены в табл. П.3.2.

Таблица П.3.2.

Схема закрепления судна швартовными концами

Скорость ветра v, м/с	Состояние загрузки судна	Число швартовных канатов	
		носовых продольных	кормовых шпрингов
10	порожнем	1	1
15	порожнем	1	1
20	порожнем	1 (2)	1 (2)
25	балласт	2 (3)	2 (2)
30	балласт	2 (3)	2 (3)
36	полный груз	3 (4)	3 (4)

Воспользовавшись рекомендациями п. 2.3.2 настоящего РД, находим, что этого количества швартовов будет недостаточно для удержания судна в зоне работы шлангующих устройств (10 м). Поэтому для более "жесткой" фиксации судна количество швартовов при ветре более 20 м/с должно быть увеличено по сравнению с полученным (соответствующие значения указаны в скобках).

Однако и в этом случае при ветре от 25 до 30 м/с судно должно быть отшланговано из-за угрозы повреждения стендерных устройств.

Пример 2

Необходимо рассчитать допустимую скорость ветра отжимного направления для отстоя плавбункеровщика типа "Казбек" у причала № 0–1 нефтегавани порта Одесса. Характеристики судна приведены в табл. П.3.3. Схема швартовки судна показана на рис. П.3.2. Судно

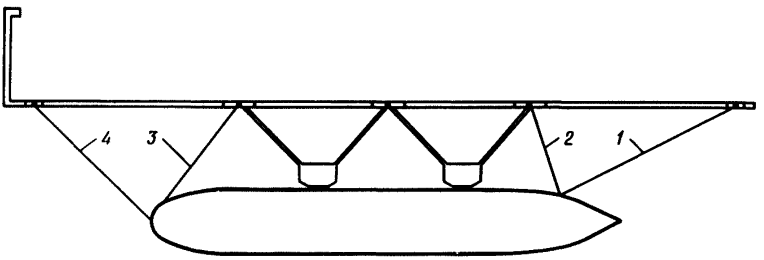

Рис. П.3.2. Схема швартовки судна

ошвартовано нейлоновыми канатами с длиной окружности 150 мм, разрывным усилием 360 кН и максимальным допустимым удлинением 0,226. Фрагмент печати результатов расчета приведен в табл. П.3.4. По результатам расчета построены поля точек, отражающие зависимость усилий в каждом швартове от скорости ветра с учетом его возможных колебаний по направлению относительно линии кордона причала в пределах от 60 до 120^0. Верхние огибающие каждого поля точек описывают зависимость максимально возможных усилий в швартовах от скорости ветра.

С учетом требуемого запаса прочности 5 усилия в швартовах не должны превышать 72 кН. Анализ графиков на рис. П.3.3 показывает, что при скорости ветра более 11 м/с усилие в швартове № 2 превышает допустимое.

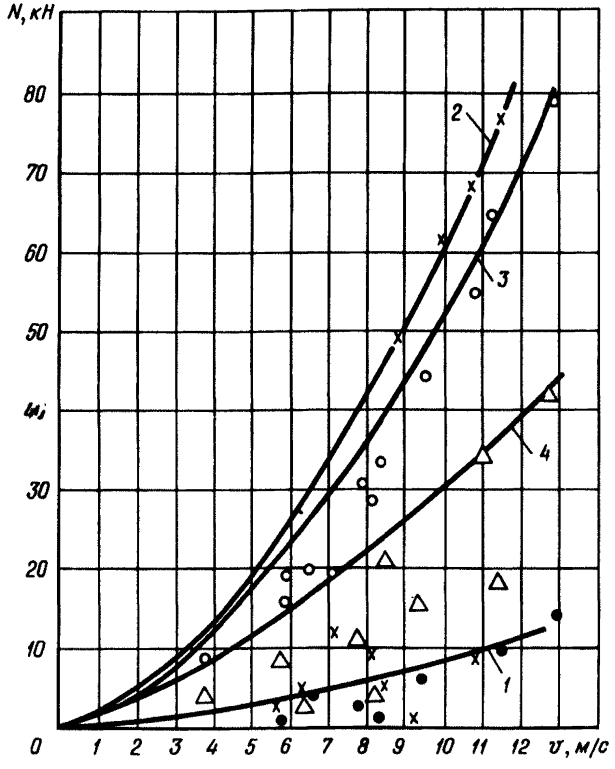

Рис. П.3.3. График зависимости максимально возможных усилий в швартовах от скорости ветра

Таким образом, стоянка судна может считаться безопасной только для скоростей ветра меньших 11 м/с. При этом поперечные перемещения судна достигают 5,5 м, продольные – 3 м, угол поворота вокруг вертикальной оси – 3^0.

Таблица П.3.3

Характеристика судна	Значение
Ширина, м	19,2
Длина, м	138
Площадь парусности, $м^2$	1840

Таблица П3.4

РАСЧЕТ ДОПУСТИМОЙ СКОРОСТИ ВЕТРА

СУДНО КАЗБЕК
РАСЧЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ВЕТРА, ГР 90.00

СОСТОЯНИЕ ЗАГРУЗКИ ПОРОЖНЕМ
ТИП ШВАРТОВОВ СИНТЕТИЧЕСКИЕ

СКОРОСТЬ ВЕТРА,М/С 6.49
ПОПЕРЕЧНОЕ СМЕЩЕНИЕ,М -3.00
ПРОДОЛЬНОЕ СМЕЩЕНИЕ,М -1.00
УГОЛ ПОВОРОТА ВОКРУГ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСИ, ГР 0.49

N	KSI	ETA	ALFA	GAMMA	LO	NI	NX	NY	DL
1	58.2	6.4	142.0	2.0	49.0	5.8	4.5	3.7	0.04871
2	58.2	6.4	64.0	4.0	44.0	4.5	-1.8	4.1	0.04144
3	-70.4	3.6	128.0	3.0	34.0	19.9	11.6	16.1	0.10290
4	-70.4	3.6	42.0	3.0	50.0	3.4	-2.4	2.4	0.03515

СКОРОСТЬ ВЕТРА,М/С 7.28
ПОПЕРЕЧНОЕ СМЕЩЕНИЕ,М -4.00
ПРОДОЛЬНОЕ СМЕЩЕНИЕ,М 0.00
УГОЛ ПОВОРОТА ВОКРУГ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСИ, ГР 0.12

N	KSI	ETA	ALFA	GAMMA	LO	NI	NX	NY	DL
1	58.2	6.4	142.0	2.0	49.0	6.2	4.7	4.1	0.05070
2	58.2	6.4	64.0	4.0	44.0	13.0	-5.3	11.9	0.07950
3	-70.4	3.6	128.0	3.0	34.0	18.6	10.4	15.4	0.09885
4	-70.4	3.6	42.0	3.0	50.0	7.6	-5.3	5.4	0.05721

Пример 3

Необходимо определить предельные для безопасной стоянки балкера водоизмещением D = 30 тыс. т и допустимые для выполнения им грузовых операций элементы волн у проектируемого причала. Ошвартованный балкер расположен лагом к проникающим на акваторию волнам. Причал оборудован отбойными устройствами, деформация которых по условиям прочности причала и борта судна не должна превышать значения $\Delta_0 = 0{,}25$ м. Предельная амплитуда поперечно-горизонтальных колебаний по технологическим условиям составляет $A_\eta = 0{,}75$ м, предельная амплитуда вертикальных колебаний – $A_\xi = 0{,}5$ м.

Расчет производим по указаниям п. 2.2.3 и 2.3.4 настоящего РД. Искомые значения элементов волн находим как нижнюю огибающую семейства кривых, построенных при помощи графиков на рис. 2.5, 2.8, 2.9 настоящего РД. Результаты расчета представлены на рис. П.3.4.

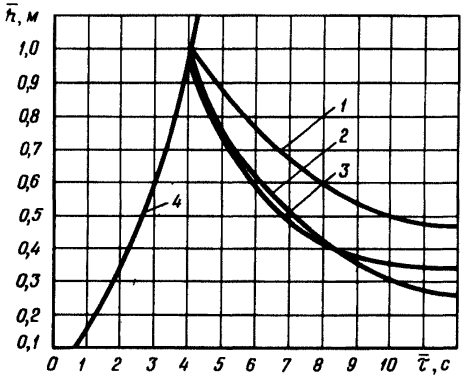

Рис. П.3.4. График для определения предельных элементов волн по условиям примера 3: 1 – кривая, построенная по рис. 2.8; 2 и 3 – по рис. 2.5 и 2.9; 4 – по рис. 2.6

Анализ графика показывает, что при периодах волн до $\bar{\tau} = 8$ с условия стоянки судна лимитируют силовое взаимодействие судна с причалом и технологические условия выполнения грузовых операций: кривые 2 и 3 почти сливаются. При больших периодах волн лимитирующим является производство грузовых операций.

При периодах волн до $\bar{\tau} = 4$ с стоянка судна будет безопасной, так как возможные высоты волн всегда будут менее предельных их значений.

Пример 4

Рассчитать условия выполнения швартовных операций при подходе танкера типа "Крым" (полное водоизмещение D = 180 тыс. т) к нефтепирсу, отбойные палы которого выполнены из труб диаметром 2750 мм и оснащены отбоями марки ТС-200 фирмы KLEBER. Энергия деформации такого пала составляет E = 2423 кДж. Судно швартуется при водоизмещении D = 90 тыс. т. Коэффициент навала принят по СНиП 2.06.04–82* "Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)" и составляет $\nu = 1{,}6$.

Допускаемую величину скорости подхода судна к причалу определяем по формуле (2.1) настоящего РД:

$$v_{доп} = \sqrt{\frac{2\,E_{доп}}{\bar{\nu}\,D}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2423}{1{,}6 \cdot 90 \cdot 10^3}} = 0{,}18 \text{ (м/с)}.$$

Для осуществления безопасных условий швартовки ее должны обеспечивать буксиры-кантовщики, создающие на носовую и кормовую оконечности судна усилие не менее 420 кН, как это следует из графика на рис. 2.2 настоящего РД.

Согласно указаниям п. 2.1.2 (см. график на рис. 2.1) скорость ветра при швартовных операциях не должна превышать 10–11 м/с, а высоты волн обеспеченностью 3% в системе согласно п. 2.1.3 – 1,25 м.

Пример 5

Определение варианта с достаточной защищенностью

В перспективном грузообороте порта Мариуполь ожидается увеличение контейнерных грузов. С целью обеспечения нормальных условий обработки этих грузов в порту намечено строительство специализированного перегрузочного комплекса (ПК).

Согласно предварительным технико-экономическим расчетам намечается:

построить новый причал в виде вертикальной стенки из шпунта;

установить на нем один или два контейнерных перегружателя с соответствующим техническим обеспечением;

для защиты от волнения удлинить существующий мол и построить шпору в торце нового причала.

Предполагается, что в течение расчетного года будут обрабатываться 106 судов типа СК-400, "Симон Боливар" и СК-150 (табл. П.3.5; все таблицы и рисунки помещены в конце примера 5).

Два контейнерных перегружателя будут обеспечивать производительность ПК, равную 667 конт./сут, один контейнерный перегружатель – 336 конт/сут.

Стоимость сооружений и оборудования с учетом строительно-монтажных работ составит:

одного погонного метра оградительных сооружений – 6,52 тыс.р./м; одного контейнерного перегружателя – 1971 тыс. р.; прочего перегрузочного оборудования для одного перегружателя – 2699 тыс. р., для двух перегружателей – 4499 тыс. р. (стоимость причала не учитывается, так как его конструкция остается постоянной при различной длине оградительных сооружений).

При существующем моле на акватории, прилегающей к новому причалу, создается волновой режим, соответствующий условиям п. 4.1.4 (здесь и далее приводятся ссылки на подразделы настоящего РД). Поэтому рассмотрены следующие варианты защиты акватории: вариант 1-й – 0–0 (первая цифра обозначает длину шпоры, м; вторая – удлинение мола, м); 2-й – 0–100; 3-й – 0–200; 4-й – 100–0; 5-й – 250–0; 6-й – 250–100. Поиск варианта с достаточной защитой (табл. П.3.10) выполнен при различной производительности ПК.

Расчет приведенных затрат по вариантам компоновки специализированного ПК выполнен в соответствии с п. 4.2 (табл. П.3.16). В табл. П.3.5–П.3.15 и на рис. П.3.5., П.3.6 содержатся необходимые исходные данные и определение промежуточных параметров для расчета стояночного времени судов, расчет стояночного времени, анализ простоев флота и определение суточного измерителя капитальных вложений и эксплуатационных расходов по флоту. В качестве примера оценки величин P_1 и P_2 по п. 3.1 в табл. П.3.9 и П.3.10 приводится расчет этих величин только для варианта 4. Информация о величинах P_1 и P_2 по всем вариантам защиты содержится в табл. П.3.11.

Анализ выполненных расчетов (см. табл. П.3.16) показывает, что приведенные затраты по варианту 4 при производительности ПК 336 конт./сут минимальны (2207 тыс. р.). Существующий мол (без удлинения) и шпора 100 м создадут достаточную защищенность акватории. Увеличение их длины экономически нецелесообразно, поскольку дополнительные средства, вкладываемые в защитные сооружения, уже не оправдываются сокращением потерь от простоев флота (приведенные затраты возрастают).

При защите акватории ПК по варианту 4 потери от простоев флота из-за волнения в расчетном году составляют 73 тыс. р. Согласно Указаниям [7], на внутренней акватории не должно возникать волнение, вызывающее перебои в производстве грузовых операций, этим требованиям соответствует вариант 6 (см. табл. П.3.16). При традиционном варианте защиты акватории годовые потери от простоев флота из-за волнения примерно равны нулю, однако в рассматриваемом случае это приводит к возрастанию приведенных затрат по защитным сооружениям (вариант 6) на 310 тыс.р. по сравнению с вариантом 4.

В ы в о д. Для обработки перспективного объема контейнерных грузов в порту Мариуполь достаточно специализированный ПК оборудовать одним контейнерным перегружателем с соответствующим техническим обеспечением и для защиты от волнения в торце нового причала построить шпору длиной 100 м.

Таблица П.3.5

Данные о судах-представителях

Суда-представители	Количество контейнеров	Количество судозаходов	Плотность, судопотока, $сут^{-1}$	Доля в общем судопотоке	Дедвейт, тыс. т
СУ-400	400	7	0,019	0,07	7,80
"Симон Боливар"	412	44	0,120	0,41	9,10
СК-150	142	55	0,151	0,52	2,50

Приложение 3
(продолжение)

Таблица П.3.6

Режим волнения

$h_{3\%}$, м	Повторяемость по направлениям, %					
	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СВ
<0,5	15,8	4,98	10,2	6,83	10,7	7,32
0,5–1,0	8,72	0,38	1,38	1,51	0,95	2,32
1,1–1,5	0,34	0,004	0,02	1,01	0,05	0,05
1,6–2,0	0,03	–	–	–	–	–
Σ	24,9	5,36	11,6	8,35	11,6	9,69

Таблица П.3.7

Режим ветра (штиль – 10,6%)

v, м/с	Повторяемость по направлениям, %							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
1–4	4,80	5,28	5,70	3,17	3,47	3,85	6,06	8,33
5–9	3,25	6,55	8,45	1,42	2,23	3,50	4,55	4,50
10–15	0,42	2,19	5,82	0,41	0,39	1,05	1,06	0,71
16–20	0,02	0,29	1,29	0,046	0,014	0,098	0,088	0,05
>20	0,004	0,02	0,27	–	–	–	0,002	0,004
Σ	8,49	14,3	21,5	5,05	6,10	8,50	11,8	13,6

Таблица П.3.8

Расчет допустимых высот волн при погрузочно-разгрузочных работах

Суда-представители	Водоизмещение, тыс.т	Допустимая амплитуда вертикальных колебаний, м	Отношение средней высоты волн к допустимой амплитуде при разных периодах волн		Допустимая средняя высота волн при разных периодах, м	
			2,5с	3,0с	2,5с	3,0с
СК-400	13,2	0,10	2,15	1,85	0,22	0,18
"Симон Боливар"	14,5	0,10	2,20	1,90	0,22	0,19
СК-150	5,27	0,10	1,60	1,40	0,16	0,14

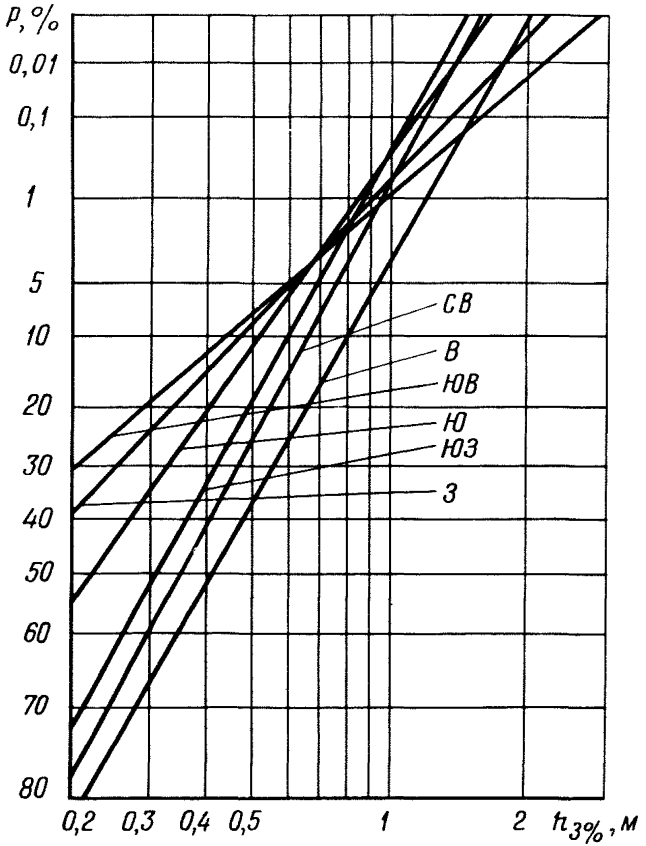

Рис. П.3.5. Режимные функции волнения

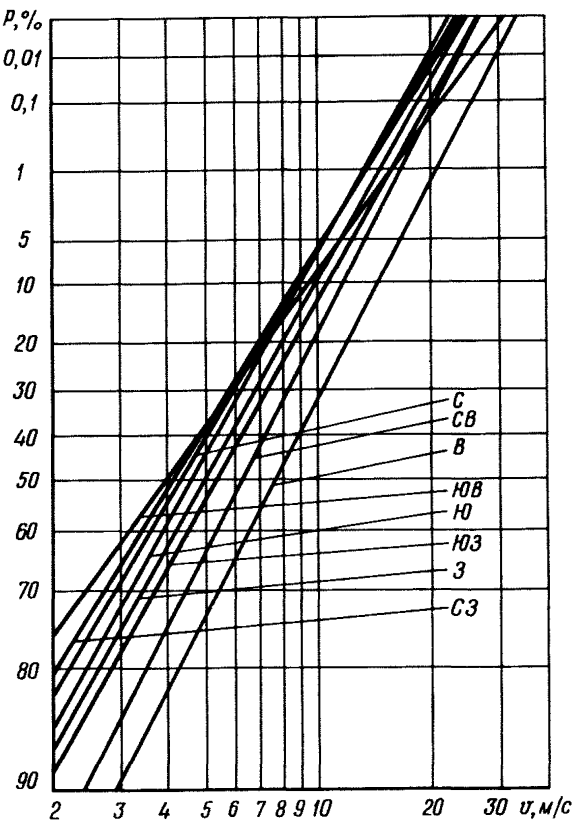

Рис. П.3.6. Режимные функции ветра

Приложение 3
(продолжение)

Таблица П.3.9

Расчет вероятности помех 1, вариант 4 (обозначения в графах соответствуют табл. 3.1)

Направление	Суда-представители	h_{1j} (3%), м	K_{gi}	$h^{(u)}_{1ij}$ (3%), м	$p^{(b)}_{y}$	$p^{(b)}_{i}$	$p^{(b)}_{1ij}$	v_1, м/с	$P_y^{(вт)}$	$P_i^{(вт)}$	$P_{1ij}^{(вт)}$	P_{1ij}	k_j	P_{1i}
С	–	–	–	–	–	–	0	15,0	0,006	0,085	0,001	0,001	1	0,001
СВ	–	–	–	–	–	–	0	15,0	0,030	0,143	0,004	0,004	1	0,004
В	–	–	–	–	–	–	0	15,0	0,100	0,215	0,022	0,022	1	0,022
ЮВ	СК-400	0,38	1,00	0,38	0,140	0,054	0,008	15,0	0,020	0,051	0,001	0,008	0,48	0,009
	СК-150	0,29		0,29	0,200		0,011					0,011	0,52	
Ю	СК-400	0,38	0,55	0,69	0,035	0,116	0,004	15,0	0,005	0,061	0,000	0,004	0,48	0,007
	СК-150	0,29		0,53	0,080		0,009					0,009	0,52	
ЮЗ	СК-400	0,46	0,85	0,54	0,150	0,084	0,013	15,0	0,020	0,085	0,002	0,013	0,48	0,020
	СК-150	0,34		0,40	0,330		0,028					0,028	0,52	
З	–	–	–	–	–	–	0	15,0	0,010	0,118	0,001	0,001	1	0,001
СЗ	–	–	–	–	–	–	0	15,0	0,006	0,136	0,001	0,001	1	0,001

Таблица П.3.10

Расчет вероятности помех 2, вариант 4 (обозначения в графах соответствуют табл. 3.2)

Направление	Суда-представители	$h_2^{(u)}$ (3%), м	$p_y^{(b)}$	$p_i^{(b)}$	$p_{21i}^{(b)}$	v_2, м/с	$p_y^{(вт)}$	$p_i^{(вт)}$	$p_{21i}^{(вт)}$	P_{21i}	P_{1ij}	P_{2ij}	k_j	P_{2i}
С	–	–	–	–	0	12,5	0,020	0,085	0,002	0,002	0,001	0,001	1	0,001
СВ	–	1,25	0,000	0,097	0	12,5	0,070	0,143	0,010	0,010	0,004	0,006	1	0,006
В	–	1,25	0,009	0,249	0,002	12,5	0,180	0,215	0,039	0,039	0,022	0,017	1	0,017
ЮВ	СК-400	1,25	0,004	0,054	0	12,5	0,035	0,051	0,002	0,002	0,008	0,000	0,48	0,000
	СК-150										0,011	0,000	0,52	
Ю	СК-400	1,25	0,001	0,116	0	12,5	0,020	0,061	0,001	0,001	0,004	0,000	0,48	0,000
	СК-150										0,009	0,000	0,52	
ЮЗ	СК-400	1,25	0,000	0,084	0	12,5	0,050	0,085	0,004	0,004	0,013	0,000	0,48	0,000
	СК-150										0,028	0,000	0,52	
З	–	–	–	–	0	12,5	0,035	0,118	0,004	0,004	0,001	0,003	1	0,003
СЗ	–	–	–	–	0	12,5	0,020	0,136	0,003	0,003	0,001	0,002	1	0,002

Таблица П.3.11

Вероятность гидрометеопомех по вариантам

Вариант защиты	Вид помех	Вероятность помех по направлениям								Σ
		СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	С	
1	1	0,004	0,022	0,011	0,036	0,039	0,001	0,001	0,001	0,115
	2	0,006	0,017	0,000	0,000	0,000	0,003	0,002	0,001	0,029
2	1	0,004	0,022	0,006	0,036	0,039	0,001	0,001	0,001	0,110
	2	0,006	0,017	0,000	0,000	0,000	0,003	0,002	0,001	0,029
3	1	0,004	0,022	0,004	0,036	0,039	0,001	0,001	0,001	0,108
	2	0,006	0,017	0,000	0,000	0,000	0,003	0,002	0,001	0,029
4	1	0,004	0,022	0,009	0,007	0,020	0,001	0,001	0,001	0,065
	2	0,006	0,017	0,000	0,000	0,000	0,003	0,002	0,001	0,029
5	1	0,004	0,022	0,006	0,000	0,002	0,001	0,001	0,001	0,037
	2	0,006	0,017	0,000	0,001	0,002	0,003	0,002	0,001	0,032
6	1	0,004	0,022	0,001	0,000	0,002	0,001	0,001	0,001	0,032
	2	0,006	0,017	0,001	0,001	0,002	0,003	0,002	0,001	0,033

Таблица П.3.12

Расчет среднего времени обслуживания

Суда-представители	Производительность комплекса, конт./сут	Грузовые операции, сут	Производственные стоянки, сут	Проводка по каналу, сут	Время обслуживания, сут	Среднее время обслуживания, сут
СК-400 "Симон Боливар"	667	0,600	0,312	0,062	0,974	0,760
		0,618	0,383	0,062	1,01	
СК-150		0,213	0,260	0,062	0,535	
СК-400 "Симон Боливар"	336	1,19	0,312	0,062	1,56	1,16
		1,23	0,333	0,062	1,62	
СК-150		0,423	0,260	0,062	0,745	

Приложение 3
(продолжение)

Таблица П.3.13

Расчет стояночного времени судов и их простоев из-за волнения и ветра (обозначение граф соответствует п. 3.2)

Производительность комплекса, конт./сут	Номер варианта	$\bar{t}_{об}$, сут	λ, $сут^{-1}$	P_1	P_2	$P_п$	$\bar{t}_п$, сут	$P_{пу}$	$\bar{t}_ц$, сут	$C_ц$	$\alpha_ц$	$\bar{t}_{ож}$, сут	$\bar{t}_{ст}$, сут	Простой из-за волнения, сут	Простой из-за ветра, сут
	1	0,760	0,290	0,115	0,029	0,144	0,50	0,397	0,870	2,064	0,252	0,384	1,254	0,182	0,098
	2	0,760	0,290	0,110	0,029	0,139	0,50	0,397	0,865	1,062	0,251	0,377	1,242	0,170	0,098
	3	0,760	0,290	0,108	0,029	0,137	0,50	0,397	0,863	1,061	0,250	0,374	1,237	0,165	0,098
667	4	0,760	0,290	0,065	0,029	0,094	0,50	0,397	0,823	1,039	0,239	0,316	1,139	0,067	0,098
	5	0,760	0,290	0,037	0,032	0,069	0,50	0,397	0,800	1,023	0,232	0,282	1,082	0,010	0,098
	6	0,760	0,290	0,032	0,033	0,065	0,50	0,397	0,796	1,020	0,231	0,276	1,072	0,000	0,098
	–	0,760	0,290	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,760	1,00	0,220	0,214	0,974	0,000	0,000
	1	1,16	0,290	0,115	0,029	0,144	0,50	0,301	1,324	1,040	0,384	0,930	2,254	0,349	0,158
	2	1,16	0,290	0,110	0,029	0,139	0,50	0,301	1,316	1,038	0,382	0,914	2,230	0,325	0,158
	3	1,16	0,290	0,108	0,029	0,137	0,50	0,301	1,313	1,037	0,381	0,907	2,220	0,315	0,158
336	4	1,16	0,290	0,065	0,029	0,094	0,50	0,301	1,252	1,023	0,363	0,777	2,029	0,124	0,158
	5	1,16	0,290	0,037	0,032	0,069	0,50	0,301	1,217	1,012	0,353	0,706	1,923	0,018	0,158
	6	1,16	0,290	0,032	0,033	0,065	0,50	0,301	1,211	1,010	0,351	0,694	1,905	0,000	0,158
	–	1,16	0,290	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,16	1,00	0,336	0,587	1,747	0,000	0,000

Приложение 3
(продолжение)

Таблица П.3.14

Стоянки флота в порту по вариантам

Производительность комплекса, конт./сут	Вариант защиты	Стояночное время, сут	Суммарные годовые стоянки флота, судо-сут	В том числе, судо-сут				
				грузовые операции	производственные стоянки и проводка по каналу	простои из-за неравномерности поступления судов	простои из-за волнения	простои из-за ветра
	1	1,254	132,8				19,3	
	2	1,242	131,5				18,0	
	3	1,237	131,0				17,5	
667	4	1,139	120,6	43,0	37,5	22,7	7,1	10,3
	5	1,082	114,7				1,2	
	6	1,072	113,6				0,0	
	1	2,254	238,9				37,0	
	2	2,230	236,3				34,4	
	3	2,220	235,2				33,3	
336	4	2,029	215,0	85,5	37,5	62,2	13,1	16,7
	5	1,923	203,8				1,9	
	6	1,905	201,9				0,0	

Таблица П.3.15

Расчет среднего суточного измерителя капитальных вложений и эксплуатационных расходов по транспортному флоту (коэффициент δ для флота принят равным 0,1)

Суда-представители	Нормативная строительная стоимость, тыс.р.	Нормативные эксплуатационные расходы на стоянке, тыс.р./сут	Доля в общем судопотоке	Суточный измеритель капитальных вложений в транспортный флот, тыс.р./сут	Эксплуатационные расходы на стоянке, тыс.р./сут	Суточный измеритель капитальных вложений и эксплуатационные расходы на стоянке, тыс.р./сут
СК-400	13600	3,76	0,07			
"Симон Боливар"	13550	3,76	0,41	2,74	2,82	5,56
СК-150	6700	1,96	0,52			

Приложение 3
(продолжение)

Таблица П.3.16

Расчет приведенных затрат по вариантам

Производительность комплекса, конт./сут	Вариант защиты	Длина шпоры, м	Длина мола, м	Сметная стоимость оборудования, тыс.р.	Приведенные затраты по оборудованию, тыс.р.	Стоимость одного метра оградительного сооружения, тыс.р./м	Сметная стоимость оградительного сооружения, тыс.р.	Приведенные затраты по оградительному сооружению, тыс.р.	Суммарные годовые стоянки флота, тыс.р.	Суточные измерители капитальных вложений и эксплуатационных расходов по транспортному флоту на стоянке, тыс.р./сут	Приведенные затраты по транспортному флоту, тыс.р.	Приведенные затраты по вариантам, тыс.р.
	1	0	0				0	0	132,8		738,4	2342
	2	0	100				652	123,9	131,5		731,1	2459
	3	0	200				1303	247,6	131,0		728,4	2580
667	4	100	0	8441	1604	6,52	652	123,9	120,6	5,56	670,5	2398
	5	250	0				1630	309,7	114,7		637,7	2551
	6	250	100				2282	433,6	113,6		631,6	2669
	1	0	0				0	0	238,9		1328	2215
	2	0	100				652	123,9	236,3		1314	2325
	3	0	200				1303	247,6	235,2		1308	2443
336	4	100	0	4670	887,3	6,52	652	123,9	215,0	5,56	1195	2207
	5	250	0				1630	309,7	203,8		1133	2330
	6	250	100				2282	433,6	201,9		1123	2444

Пример 6

Необходимо определить допустимую для выполнения грузовых операций высоту волн при обработке сухогрузного судна общего назначения (характеристики судна приведены в табл. П.3.17), если известно, что период волн составляет 5,2 с, длина – 40 м, суммарная жесткость отбоев – 6100 кН/м, суммарная жесткость швартовов – 25 кН/м, глубина у причала – 14,5 м. Допускаемая амплитуда поперечно-горизонтальных колебаний согласно приложению 1 равна 0,5 м. Остальные данные содержатся в табл. П.3.17, порядок печати данных в этой таблице соответствует последовательности их ввода.

Полученная в результате расчета (см. табл. П.3.17) допустимая высота волн обеспеченностью 3% в системе равна 0,9 м.

Таблица П.3.17

Расчет допустимой высоты волн

Характеристика судна	Показатель
Водоизмещение, кН	135000,0
Длина, м	150,0
Ширина, м	17,3
Осадка, м	7,9
Поперечная метацентрическая высота, м	3,0
Момент инерции, т·м^2	650000,0
Отстояние центра тяжести от ватерлинии, м	1,5
Глубина у причала, м	14,5
Суммарная жесткость швартовов, кН/м	25,0
Суммарная жесткость отбоев, кН/м	6100,0
Амплитуда перемещений, м	0,5
Коэффициент X_1	0,5
Расчетная длина волны, м	40,0
Допустимая высота волны, м	0,9

Пример 7

Подготовка исходных данных и статистическое моделирование

В качестве объекта для статистического моделирования процесса обслуживания выбран глубоководный причал № 1Ш в нефтегавани Шесхарис порта Новороссийск.

Последовательность ввода данных и их значения приведены в табл. П.3.18. В этой же таблице приведена последовательность ввода данчых для моделирования процесса обслуживания без помех для выделения простоев флота по гидрометеопричинам.

В табл. П.3.19 и П.3.20 содержится информация по статистическим данным о стоянках флота, режиме гидрометеопомех, количестве судозаходов и длительности обслуживания судов. По табл. П.3.20 построен эмпирический закон распределения длительности обслуживания судов (рис. П.3.7) и определены границы интервалов вероятных значений времени обслуживания (табл. П.3.21).

В табл. П.3.22 – П.3.25 помещены результаты моделирования и их сопоставление с данными наблюдений.

Таблица П.3.18

Ввод исходных данных (номера перфокарт (ПФК) соответствуют табл. 3.5)

№ ПФК	Значения исходных данных	
	при наличии помех	при отсутствии помех
1	Новороссийск (Шесхарис пр.1),	Новороссийск (Шесхарис пр. 1),
2	15 ,	15 ,
3	1 ,	1 ,
4	6 ϕϕϕ ,	6 ϕϕϕ ,
5	ϕ.191	ϕ ,
6	ϕ ,	ϕ ,
7	1 ,	1 ,
8а	2.64 ,	2.64 ,
9	2 ,	2 ,
10б	21 ,	21 ,
	Границы интервалов из табл. П.3.21	Границы интервалов из табл. П.3.21
11	1 ,	Не вводится
12а	3.53 ,	"
13	1 ,	"
14а	ϕ.835	"
15	Любое число	Любое число
16	2.6	4.ϕ ,
17	1.4 ,	1.4 ,
18	3.5	Не вводится

Приложение 3
(продолжение)

Таблица П.3.19

Статистические данные по стоянкам флота и режиму гидрометеопомех в нефтегавани Шесхарис порта Новороссийск (пр. № 1Ш) за 1981, 1983, 1984 гг.

Характеристика	Год		
	1981	1983	1984
Суммарное время стоянки судов, судо-сут	460,1	516,3	834,9
В том числе:			
суммарное время обработки судов, судо-сут	155,9	143,8	197,1
суммарные непроизводительные простои, судо-сут	304,2	372,5	637,8
Из них:			
простои по гидрометеоусловиям, судо-сут	–	57,2	81,6
простои по вине причала, судо-сут	–	301,2	519,8
простои по вине судна, судо-сут	–	13,9	36,4
швартовка, отшвартовка, лоцпроводка, судо-сут	–	32,3	36,5
Количество гидрометеопомех	100	79	72
Суммарная длительность действия помех, сут	110,9	57,3	41,4

Приложение 3
(продолжение)

Таблица П.3.20

Статистические данные по длительности обслуживания флота в нефтегавани Шесхарис порта Новороссийск (пр. № 1Ш)

Месяц	1981			1983			1984		
	Количество судов	Время обслуживания	Время обслуживания с учетом лоцманской проводки	Количество судов	Время обслуживания	Время обслуживания с учетом лоцманской проводки	Количество судов	Время обслуживания	Время обслуживания с учетом лоцманской проводки
1	9	1,32	1,56	15	0,97	1,21	14	1,30	1,54
2	9	1,32	1,56	9	1,03	1,27	10	1,41	1,65
3	12	1,39	1,63	10	1,02	1,26	9	1,22	1,46
4	9	1,13	1,37	11	1,05	1,29	14	1,20	1,44
5	10	1,15	1,39	11	0,95	1,19	16	1,19	1,43
6	9	1,08	1,32	15	1,05	1,29	14	1,20	1,44
7	9	1,18	1,42	13	0,99	1,23	19	1,32	1,56
8	11	1,29	1,53	17	0,83	1,07	12	1,14	1,38
9	11	1,27	1,51	11	1,20	1,44	16	1,26	1,50
10	14	1,23	1,47	13	0,99	1,23	9	1,24	1,48
11	13	1,32	1,56	10	0,96	1,20	11	1,79	2,03
12	8	1,38	1,62	9	1,06	1,30	3	3,74	3,98

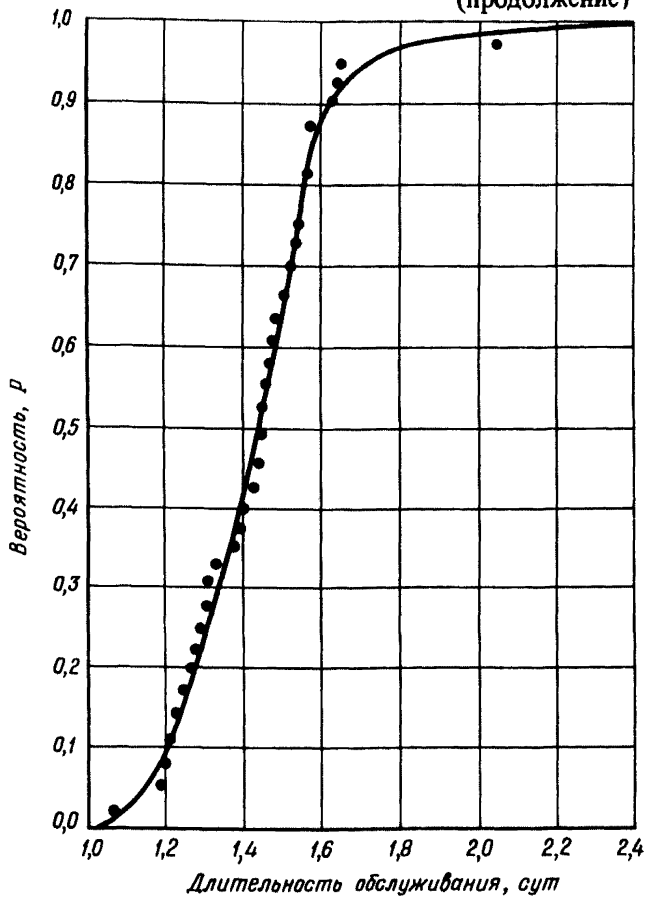

Рис. П.3.7. Эмпирический закон распределения длительности обслуживания судов у причала № 1 в нефтегавани Шесхарис порта Новороссийск

Таблица П.3.21

Границы интервалов возможных значений длительности обслуживания судов (вероятность попадания на каждый интервал равна 0,05)

№ п/п	Границы интервалов	№ п/п	Границы интервалов	№ п/п	Границы интервалов
1	1,05	8	1,37	15	1,52
2	1,16	9	1,39	16	1,53
3	1,21	10	1,42	17	1,55
4	1,25	11	1,44	18	1,57
5	1,28	12	1,46	19	1,61
6	1,31	13	1,48	20	1,69
7	1,34	14	1,50	21	2,45

Таблица П.3.22

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА
ОБСЛУЖИВАНИЯ СУДОВ В ПОРТУ НОВОРОССИЙСК(ШЕСХАРИС ПР.1)
при наличии помех

ДЛИНА РЕАЛИЗАЦИИ	КОЛ-ВО ПРИЧАЛОВ	СРЕДНЯЯ ДЛИТ. ИНТЕРВ. ПОСТУПЛ. СУДОВ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ ДЛИТ. ИНТЕРВ. ПОСТУПЛ. СУДОВ	СРЕДНЯЯ ДЛИТ. ОБСЛУЖ. СУДОВ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ ДЛИТ. ОБСЛУЖ. СУДОВ	СРЕДНЯЯ ДЛИТ. ПОМЕХ
1	2	3	4	5	6	7
6000	1	2.644	14.008	1.442	2.121	0.834

СРЕДНИЙ КВАДРАТ ДЛИТ. ПОМЕХ	СРЕДНЯЯ ДЛИТ. ИНТЕРВ. СВОБОДНЫХ ОТ ПОМЕХ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ ДЛИТ. ИНТЕРВ. СВОБ.ОТ ПОМЕХ	ВЕРОЯТНОСТЬ ПОМЕХ		СРЕДНЯЯ ДЛИТ. ЦИКЛА ОБСЛУЖ.	КОЭФФИЦИЕНТ ЗАНЯТОСТИ ПРИЧ.
			ПЕРВОГО ВИДА	ВТОРОГО ВИДА		
8	9	10	11	12	13	14
1.389	3.495	24.329	0.193	0.000	1.789	0.677

СРЕДНЯЯ ДЛИТ. ОЖИДАНИЯ В ОЧЕРЕДИ	СРЕДНЕЕ СТОЯНОЧНОЕ ВРЕМЯ СУДОВ	КОЛ-ВО РЕАЛИЗАЦИЙ ЗАЦИКЛ	ЗНАЧЕНИЕ АРГУМЕНТА Т-РАСПРЕД.	ТОЧНОСТЬ ОЦЕНОК В % ОТ СРЕДНЕГО С МЕРОЙ НАДЕЖНОСТИ 0.95		
				ЦИКЛА ОБСЛУЖ.	ОЖИДАН. В ОЧЕР.	СТОЯН. ВРЕМЕНИ
15	16	17	18	19	20	21
2.420	4.210	15	2.145	0.431	5.940	3.476

Таблица П.3.23

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА
ОБСЛУЖИВАНИЯ СУДОВ В ПОРТУ НОВОРОССИЙСК(ЦЕСХАРИС ПР.1)

при отсутствии помех

ДЛИНА РЕАЛИЗАЦИИ	КОЛ-ВО ПРИЧАЛОВ	СРЕДНЯЯ АЛИТ. ИНТЕРВ. ПОСТУПЛ. СУДОВ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ АЛИТ. ИНТЕРВ. ПОСТУПЛ. СУДОВ	СРЕДНЯЯ АЛИТ. ОБСЛУЖ. СУДОВ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ АЛИТ. ОБСЛУЖ. СУДОВ	СРЕДНЯЯ АЛИТ. ПОМЕХ
1	2	3	4	5	6	7
6000	1	2.638	13.952	1.441	2.120	0.000

СРЕДНИЙ КВАДРАТ АЛИТ. ПОМЕХ	СРЕДНЯЯ АЛИТ. ИНТЕРВ. СВОБОДНЫХ ОТ ПОМЕХ	СРЕДНИЙ КВАДРАТ АЛИТ. ИНТЕРВ. СВОБ.ОТ ПОМЕХ	ВЕРОЯТНОСТЬ ПОМЕХ		СРЕДНЯЯ АЛИТ. ЦИКЛА ОБСЛУЖ.	КОЭФФИЦИЕНТ ЗАНЯТОСТИ ПРИЧ.
			ПЕРВОГО ВИДА	ВТОРОГО ВИДА		
8	9	10	11	12	13	14
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.441	0.546

СРЕДНЯЯ АЛИТ. ОЖИДАНИЯ В ОЧЕРЕДИ	СРЕДНЕЕ СТОЯНОЧНОЕ ВРЕМЯ СУДОВ	КОЛ-ВО РЕАЛИЗАЦИЙ	ЗНАЧЕНИЕ АРГУМЕНТА Т-РАСПРЕД.	ТОЧНОСТЬ ОЦЕНОК В % ОТ СРЕДНЕГО С МЕРОЙ НАДЕЖНОСТИ 0.95		
				ЦИКЛА ОБСЛУЖ.	ОЖИДАН. В ОЧЕР.	СТОЯН. ВРЕМЕНИ
15	16	17	18	19	20	21
0.882	2.323	15	2.145	0.155	4.245	1.606

Таблица П.3.24

Сопоставление результатов статистического моделирования процесса обслуживания флота в нефтегавани Шесхарис порта Новороссийск (пр. № 1Ш) с данными наблюдений

Характеристика	Данные наблюдений	Результаты моделирования	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность, %
Длительность интервалов поступления судов, сут	2,64	2,64	0,000	0,0
Длительность обслуживания, сут	1,44	1,44	0,00	0,0
Длительность помех, сут	0,835	0,834	−0,001	−0,1
Длительность интервалов,свободных от помех, сут	3,53	3,50	−0,03	−0,8
Вероятность помех	0,191	0,193	0,002	1,0
Длительность цикла обслуживания, сут	1,78	1,79	0,01	0,6
Коэффициент занятости	0,674	0,677	0,003	0,4
Стояночное время, сут	4,36	4,21	−0,15	−3,4

Таблица П.3.25

Анализ стоянок флота в нефтегавани Шесхарис порта Новороссийск (пр. № 1Ш)

Эксплуатационная характеристика	Оценка
Стояночное время, сут	4,21
В том числе:	
длительность обслуживания с учетом швартовки, отшвартовки и лоцманской проводки, сут	1,44
простои в очереди из-за неравномерности поступления судов, сут	0,88
простои из-за гидрометеопомех, сут	1,89
Из них:	
у причала, сут	0,35
в очереди, сут	1,54

Приложение 4
(справочное)

ПЕРЕЧЕНЬ
ИСПОЛЬЗОВАННЫХ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

1. СНиП 2.06.04–82*	Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)
2. П58–76/ВНИИГ.	Руководство по определению нагрузок и воздействий на гидротехнические сооружения (волновых, ледовых и от судов)
3. РД 31.31.37–78.	Нормы технологического проектирования морских портов. Основные положения (ВНТП 01–78/ММ)
4. РД 31.03.01–85.	Технико-экономические характеристики судов морского флота
5. РД 31.33.03–81.	Руководство по определению влияния ветра и волн на условия обработки судов при проектировании морских портов
6. РД 31.44.01–84.	Правила технической эксплуатации подъемно-транспортного оборудования морских портов
7.	Указания по компоновке морских портов
8. РД 31.31.21–81.	Основные положения по проектированию морских портов с замерзающей акваторией
9.	Методика определения экономической эффективности использования на морском транспорте новой техники, изобретений и рационализаторских предложений

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения 4
2. Безопасные условия взаимодействия судов с причальными сооружениями при швартовке, стоянке ошвартованных судов, выполнении ими грузовых операций 6
2.1. Швартовные операции 6
2.2. Стоянка ошвартованного судна 9
2.3. Грузовые операции 19
3. Оценка стояночного времени судов в порту при наличии гидрометеопомех 21
3.1. Режимные характеристики помех 21
3.2. Расчет стояночного времени 27
3.3. Оценка стояночного времени методом статистического моделирования 31
4. Защищенность портовых акваторий 34
4.1. Требования к защите 34
4.2. Выбор варианта с достаточной защитой акватории порта 37
Приложение 1 (справочное). Допускаемые по условиям безопасности амплитуды колебаний судна при производстве грузовых работ 39
Приложение 2 (рекомендуемое). Блок-схемы и тексты программ WIND, WAVE и FLOPP 40–52
Приложение 3 (справочное). Примеры расчетов 53
Приложение 4 (справочное). Перечень использованных нормативно-технических документов 80

Рекомендации по определению допустимых ветро-волновых условий при проектировании морских портов

РД 31.33.03–88

Редактор А.Я. Сейранова
Технический редактор С.Я. Смирнова
Корректоры А.П. Кондрашин и З.Ш. Коваль

Подписано в печать 23.08.89. Формат 60x84/16. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 4,65. Усл. кр-отт. 4,88. Уч.-изд. л. 4,01. Тираж 300. Заказ 369.
Изд. № 1005/8-В-И.

Телефон редакции: 158–16–17, В/О "Мортехинформреклама"
125080, Москва, Волоколамское шоссе, 14
Типография В/О "Мортехинформреклама"
113114, Москва, Кожевническая ул., 19

gost.e-ecolog.ru