

МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО УЧЕТУ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПРИ  
ПРОЕКТИРОВАНИИ НЕДОСТАТОЧНО ЗАЩИЩЕННЫХ ОТ  
ВОЛНЕНИЯ ПРИЧАЛОВ

РД. 31.33.10-87

РАЗРАБОТАНЫ

Государственным проектно-изыскательским  
и научно-исследовательским институтом  
морского транспорта  
"Союзморниипроект"  
Одесский филиал  
"ЧЕРНОМОРНИИПРОЕКТ"

Директор, к.т.н.

В.А.Яценко

Заместитель директора  
по научной работе,  
к.т.н.

В.С.Зеленский

Начальник сектора  
стандартизации и  
метрологии

И.С.Вулихмен

Заведующий лабора-  
торией МКПА, к.т.н.

А.П.Тюрин

Руководитель темы,  
к.т.н.

И.Б.Тишкин

Старший научный  
сотрудник

С.Н.Юрасов

Младший научный  
сотрудник

Р.А.Подмогильная

УТВЕРЖДЕНЫ

главным инженером Союзморниипроекта  
Ю.А. Ильнищким 19.06.87 г.

ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ

зам. главного инженера Союзморниипроекта  
М.А. Троцким 02.07.87 г., пр. № 28.

СОГЛАСОВАНЫ

отделом охраны труда и техники безопас-  
ности ММФ, письмо от 17.04.87 № ОТБ-37/161.

---

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УЧЕТУ ГИДРОМЕТЕ-  
ОРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПРИ ПРОЕК-  
ТИРОВАНИИ НЕДОСТАТОЧНО ЗАЩИЩЕННЫХ  
ОТ ВОЛНЕНИЯ ПРИЧАЛОВ

---

РД 31.33.10-87

---

Вводится впервые

---

Срок введения в действие  
установлен с 01.01.88 г.

Настоящие рекомендации распространяются на определение допустимых значений гидрометеорологических элементов во время обслуживания судов у недостаточно защищенных от волнения причалов и устанавливают: методики по расчету усилий в швартовах и перемещений опшвартованного судна под действием ветра и волнения; рекомендации по определению режимных характеристик гидрометеопомех; расчет стояночного времени судов в условиях действия помех и определение эффективного варианта причала(ов), недостаточно защищенного от волнения.

Действие рекомендаций не распространяется на определение волновых условий у плавучих причалов и устройств, состоящих из швартовых бочек или буюв, а также 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.

Рекомендации предназначены для использования при разработке проектов новых, реконструкции и развитии существующих морских портов.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Гидрометеорологические условия задаются в виде допустимых значений гидрометеорологических элементов (высота волн, м; скорость ветра, м/с; температура воздуха, °С и т.п.), а также перечисляются явления, возникновение которых недопустимо (дождь, гроза, снег).

В качестве допустимых высот волн и скоростей ветра при обработке судов у недостаточно защищенных от волнения причалов принимаются наименьшие из значений этих факторов, определенных для следующих ситуаций:

выполнение швартовных операций;

отстой судна у причала при действии ветра и волн;

производство грузовых операций.

1.2. Рекомендации по установлению допустимых ветровых волновых условий при швартовке судна и его отстое у причала содержатся в п. 2.1 настоящего РД.

Определение статических ветровых нагрузок в швартовах и допустимой скорости ветра производится по приложению 2 (рекомендуемому). Для этого необходимы следующие данные:

характеристики судна (ширина, длина между перпендикулярами, площадь парусности, абсцисса центра парусности, координаты клюзовых точек, длины швартовов, горизонтальные и вертикальные углы их заведения);

характеристики швартовов (количество швартовов, их тип, разрывные усилия, максимально допустимые удлинения, упругие характеристики);

прочие характеристики (направление и скорость ветра, максимально допустимые продольные и поперечные перемещения центра

тяжести судна).

1.3. Рекомендации по определению допустимых гидрометеорологических условий при производстве грузовых операций содержатся в п. 2.2 настоящего РД.

Для определения допустимой высоты волнения необходимы: период волнения, водоизмещение расчетного судна и предельные для нормальных условий выполнения грузовых операций амплитуды колебаний обвартованного судна, определяемые по приложению I (справочно).

1.4. Процесс обслуживания судов у рассматриваемых причалов подвержен значительному влиянию гидрометеорологических помех. Учитывается это влияние посредством стояночного времени судов, которое под их (помех) воздействием увеличивается.

Оценка стояночного времени судов производится по п. 3.1. Для этого необходимы:

характеристики судопотока (водоизмещение и типы судов, плотность судопотока, то есть среднее количество судов, поступающих на обслуживание в единицу времени);

эксплуатационные характеристики причала (количество и мощность перегрузочных комплексов, характер груза и технология его переработки);

режимные характеристики помех (вероятность возникновения, средняя длительность и средний квадрат длительности помех).

Рекомендации по определению режимных характеристик помех содержатся в п. 2.3.

1.5. Стояночное время судов используется при определении потерь от простоев флота, входящих в приведенные затраты по причалу.

Расчет приведенных затрат и рекомендации по определению

эффективного варианта причала, недостаточно защищенного от волнения, содержится в п. 3.2.

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМЫХ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ СУДОВ

2.1. Ветро-волновые условия при швартовке и стоянке ошвартованных судов

2.1.1. Ветро-волновые условия, допускающие выполнение швартовных операций, определяются возможностями буксиров (кантовщиков, завожчиков) перемещать к причалу судно так, чтобы в момент контакта с отбойными устройствами нормальная составляющая его скорости подхода не превысила значений, определяемых по СНиП 2.06.04-82.

2.1.2. Высоту волн, обеспеченностью 5% в системе, предельную для выполнения швартовных операций, рекомендуется принять  $\leq 1,2$  м.

2.1.3. Количество буксиров, обеспечивающих выполнение швартовных операций, определяется по табл. 2.1.

Таблица 2.1

Характеристика буксиров	Водоизмещение судов, тыс.т					
	до 5	10	20	40	100	200
Требуемая суммарная тяга, кН	130	210	250	280	660	900
Количество и мощность буксиров, кВт	2x220+ 1x440	1x220+ 2x440	2x440+ 1x880	1x440 2x880	2x880+ 1x1600 или 4x880	2x880+ 2x1600

2.1.4. При буксирном обеспечении, соответствующем табл. 2.1, допустимая скорость ветра не должна превышать 12,5 м/с для судов водоизмещением не более 40 тыс.т и 11 м/с для более крупных судов. Скорость приливного течения должна быть  $\leq 0,5$  м/с.

2.1.5. Допустимые для безопасной стоянки значения высот волн  $h$ , м, обеспеченности 5 % в системе, следует определять по табл. 2.2, в зависимости от направления действия волнения.

Таблица 2.2

Направление волнения	Допустимая высота волны $h$ , м, для судов с различным водоизмещением, тыс.т						
	до 2	5	10	20	40	100	200 и более
Луч перпендикулярен диаметральной плоскости судна	0,6	0,7	1,0	1,1	1,2	1,5	1,8
Луч параллелен диаметральной плоскости судна	0,9	1,2	1,5	1,8	2,0	2,5	3,2

2.1.6. Если отход судна от причала невозможен без помощи буксиров и порт не располагает всепогодными кантовщиками, то в качестве ограничения по волнению для безопасного отстоя судов принимается наименьшее значение из допустимых высот волн, определенных по п.2.1.5 и 2.1.2.

2.1.7. Допустимые значения скорости ветра в зависимости от направления его действия при отстое судов устанавливаются по приложению 2.

Если условия таковы, что отсутствует возможность дополнительного крепления судов при штормовом ветре, то его допустимая скорость для безопасной стоянки принимается в соответствии с п. 2.1.4.

## 2.2. Допустимые гидрометеоусловия при выполнении грузовых операций

2.2.1. Допустимые для безопасного выполнения грузовых операций значения элементов волн ( средняя высота  $\bar{h}$  , м , средний период  $\bar{T}$  , с ) у причалов определяются по п. 2.2.2 в зависимости от водоизмещения судов и допускаемых для нормальных технологических условий выполнения грузовых работ поперечно-горизонтальных  $A\eta$  и вертикальных  $A\xi$  амплитуд колебаний борта судна на уровне главной палубы. Допустимые значения амплитуд колебаний определяются по приложению I (справочному) настоящего РД.

2.2.2. Амплитуды поперечных  $A\eta$  и вертикальных  $A\xi$  колебаний ошвартованного судна определяются по рис. 2.1 и 2.2 в зависимости от средних высот волн  $\bar{h}$  , м, и периода  $\bar{T}$  , с, для рассматриваемого водоизмещения.

2.2.3. При производстве грузовых работ в качестве допустимой скорости ветра принимается наименьшее из значений скоростей ветра, определенных по п. 2.2.4 и 2.2.5, если эти работы выполняются при помощи кранов. В противном случае допустимая скорость ветра устанавливается по п. 2.2.5.

2.2.4. Для безопасной работы кранов допустимая скорость ветра устанавливается по РД ЗИ.44.02-84 или РД ЗИ.ЗИ.37-78 ( $\leq 15$  м/с).

2.2.5. Скорость ветра, вызывающая предельные для производства грузовых операций перемещения ошвартованного судна, определяется в зависимости от направления его действия по приложению 2 (рекомендуемому). Допустимые перемещения устанавливаются по приложению I .

2.2.6. В зависимости от рода груза и технологии грузовых операций последние могут прерываться под действием следующих



График для определения предельных значений элементов волн в зависимости от допускаемой величины амплитуды поперечно-горизонтальных колебаний ошвартованного судна

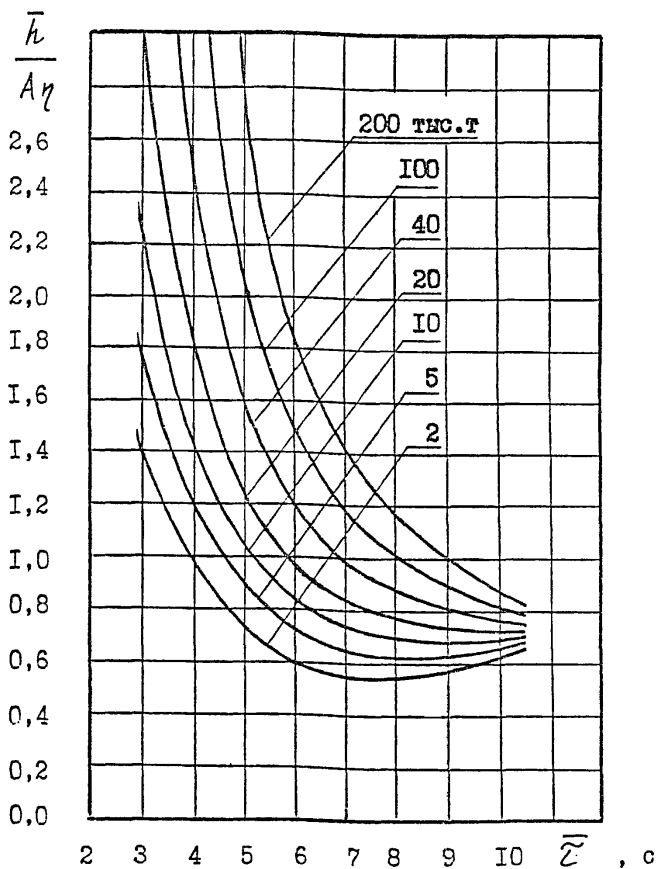


Рис. 2.1

График для определения предельных значений элементов волн в зависимости от допускаемой величины амплитуды вертикальных колебаний швартованного судна

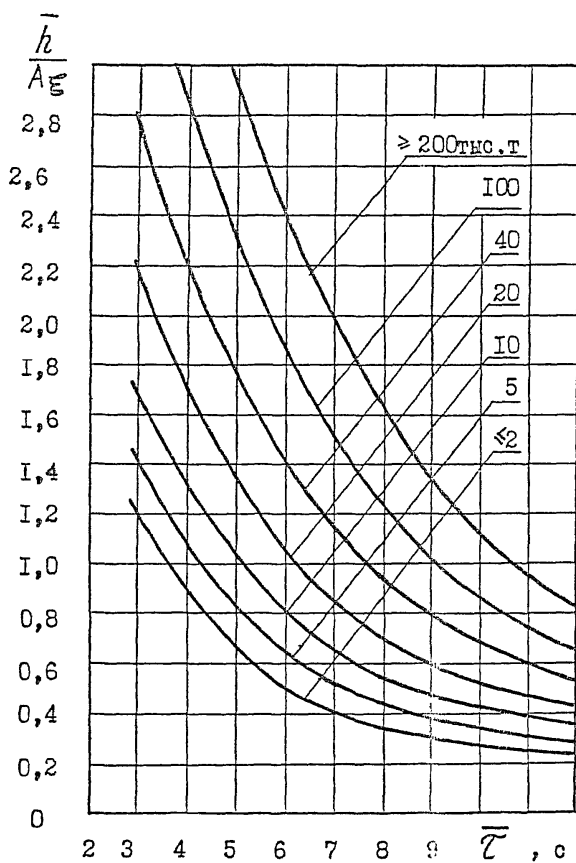


Рис. 2.2

факторов: осадки (дождь, снегопад); туманы (видимость менее 100 м); температура воздуха минус 26°C и ниже для Балтийского и Кинного бассейнов и минус 31°C и ниже для Северного и Дальневосточного бассейнов ( РД 31.31.37-78, Приложение 9 ).

### 2.3. Определение реальных характеристик: гидрометеорологических помех

2.3.1. Полема представляет собой один или несколько гидрометеорофакторов, препятствующих обработке судов в течение определенного промежутка времени.

2.3.2. Реальными характеристиками помех являются: средняя длительность  $\bar{t}_{\Pi}$  и средний квадрат длительности действия помех  $\bar{t}_{\Pi}^2$ , а также вероятность их возникновения  $P_{\Pi}$ .

2.3.3. Величины  $\bar{t}_{\Pi}$ ,  $\bar{t}_{\Pi}^2$  и  $P_{\Pi}$  получают по данным наблюдений ( не менее 5 лет ) за гидрометеорологическим в районе расположения порта, для этого :

строится совмещенный хронологический график скорости ветра и высоты волнения по выбранным направлениям и прочим факторам, установленным в соответствии с п. 2.2.6;

определяются предельные значения скорости ветра и высоты волнения по направлениям как наименьшие из значений, установленных по п. 2.1 и 2.2 (швартовка, стоянка и грузозне операции), а также температуры воздуха по п. 2.2.6, если она является помехой в рассматриваемом случае;

полученные значения наносятся на совмещенный график в виде прямых линий, параллельных оси времени;

интервалы времени, когда значения гидрометеорофакторов выходят за допустимые границы, проецируются на общую ось времени (если в течение некоторого промежутка времени обслуживание судна

прерывается несколькими гидрометеорофакторами, и интервалы действия этих факторов пересекаются, то данный промежуток времени необходимо считать длительностью действия одной помехи);

по полученным значениям длительности помех рассчитываются величины  $\bar{t}_{\Pi}$ ,  $\overline{t_{\Pi}^2}$  и  $P_{\Pi}$  по формулам

$$\begin{aligned} \bar{t}_{\Pi} &= \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_{\Pi i} ; & \overline{t_{\Pi}^2} &= \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_{\Pi i}^2 ; \\ P_{\Pi} &= \frac{1}{T} \sum_{i=1}^m t_{\Pi i} , \end{aligned} \quad (2.1)$$

где  $T$  — длительность рассматриваемого периода, сут ;

$t_{\Pi i}$  — длительность  $i$ -той помехи, сут ;

$m$  — количество помех за период  $T$  .

2.3.4. При отсутствии данных наблюдений величины  $\bar{t}_{\Pi}$ ,  $\overline{t_{\Pi}^2}$  и  $P_{\Pi}$  допускается определять по режимным функциям гидрометеорофакторов.

Значение величины  $P_{\Pi}$  определяется по формуле

$$P_{\Pi} = P_{\text{в}} + P_{\text{пр}} - P_{\text{в пр}} , \quad (2.2)$$

где  $P_{\text{в}}$  — вероятность помех из-за волнения, определяется по режимным функциям волнения, в качестве аргумента используется допустимая высота волны, определенная как наименьшее из значений, установленных по п. 2.1 и 2.2 ;

$P_{\text{пр}} = 1 - K_{\text{мет}}$  — вероятность помех из-за прочих гидрометеорофакторов, при расчете используется коэффициент, определяемый по РД 31.31.37-78, Прило-

жение 9, допускается  $P_{пр}$  определять по известным функциям ветра, если при рассматриваемых условиях остальные факторы не оказывают влияния на обработку судов;

$P_{в пр}$  - вероятность появления помех из-за одновременного действия волнения и прочих факторов.

Величина  $P_{в пр}$  принимается равной

$$P_{в пр} = \begin{cases} P_{в} \times P_{пр} & , \text{ если факторы независимы;} \\ 0 & , \text{ если факторы несовместимы;} \\ \min(P_{в} ; P_{пр}) & , \text{ если один из факторов влечет за собой другой.} \end{cases}$$

Примечание. Факторы независимы, если с появлением одного фактора вероятность появления другого не изменяется.

Факторы несовместимы, если одновременное действие этих факторов невозможно.

Фактор А влечет за собой фактор В в том случае, если А всегда действует вместе с В, в то время как В может действовать самостоятельно.

Величина  $\bar{t}_{п}$  оценивается по средней длительности шторма: для озер и водохранилищ  $\bar{t}_{п} = 0,25$  сут, для морей 0,50 сут, для океанов 0,75 сут. Значение величины  $\overline{t_{п}^2}$  принимается равным  $2 \times \bar{t}_{п}^2$ .

### 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОЯНОЧНОГО ВРЕМЕНИ СУДОВ И ЭФФЕКТИВНОГО ВАРИАНТА ПРИЧАЛА С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПОМЕХ

#### 3.1. Расчет стояночного времени судов

##### 3.1.1. Стояночное время судна представляет собой интервал

времени, начинающийся в момент его прибытия в порт и заканчивающийся в момент отхода судна из порта.

3.1.2. Стояночное время судов зависит от длительности их обработки, плотности судопотока и реальных характеристик гидрометеопомех.

3.1.3. Стояночное время равно сумме времени ожидания судном постановки к причалу (времени ожидания в очереди) и времени пребывания судна у причала (цикла обслуживания).

3.1.4. Время пребывания судна у причала или цикл обслуживания – интервал времени между моментом постановки судна к причалу и моментом, когда к причалу для обработки можно поставить очередное судно.

Цикл обслуживания включает в себя время занятости причала при обработке судна, время занятости причала под производственными стоянками судна и простой судна у причала в результате действия гидрометеопомех, если они возникают.

Средняя длительность цикла обслуживания  $\bar{t}_{\text{ц}}$  определяется по формуле

$$\bar{t}_{\text{ц}} = (\bar{t}_{\text{гр}} + \bar{t}_{\text{пс}}) : (1 - P_{\text{п}}), \quad (3.1)$$

где  $\bar{t}_{\text{гр}}$  – время занятости причала при обработке судна, сут, определяется по грузоподъемности расчетного судна и производительности перегрузочного комплекса;

$\bar{t}_{\text{пс}}$  – длительность производственных стоянок судна, сут, определяется по РД 31.31.37-78, Приложение 7;

$P_{\text{п}}$  – вероятность помех, определяется по п. 2.3.3 или 2.3.4.

Среднюю длительность простоя судна у причала по гидрометеопричинам можно получить по формуле

$$\Delta \bar{t}_{\Pi} = \bar{t}_{\Pi} - (\bar{t}_{\text{гр}} + \bar{t}_{\text{пс}}) \quad (3.2)$$

3.1.5. Время ожидания судном постановки к причалу или время ожидания в очереди представляют собой интервал времени между моментом прихода судна в порт и моментом его постановки к причалу.

Простой судов в очереди возникают из-за неравномерности их поступления и зависят от длительности пребывания судов у причала.

Помехи, возникающие в порту, прерывают обработку судов. При этом длительность пребывания судов у причалов возрастает, что приводит к увеличению времени ожидания в очереди.

Средняя длительность ожидания в очереди  $\bar{t}_{\text{ож}}$  рассчитывается по формуле

$$\bar{t}_{\text{ож}} = C_{\Pi} P_{\Pi} \bar{t}_{\Pi} + \frac{\bar{t}_{\Pi} C_{\Pi} \pi_n}{(n - \alpha_{\Pi})} \quad (3.3)$$

где  $P_{\Pi}$  — вероятность помех, определяется по п. 2.3.3 или 2.3.4;

$C_{\Pi} = \frac{\bar{t}_{\Pi}^2}{\bar{t}_{\Pi}^2} : 2 \bar{t}_{\Pi}^2$   
 $\bar{t}_{\Pi}, \bar{t}_{\Pi}^2$  — средняя длительность и средний квадрат длительности действия помех, определяются по п. 2.3.3 или 2.3.4;

$n$  — количество взаимозаменяемых перегрузочных комплексов (причалов);

$C_{\Pi} = \frac{\bar{t}_{\Pi}^2}{\bar{t}_{\Pi}^2} : 2 \bar{t}_{\Pi}^2$  — коэффициент, рассчитывается по формуле (3.4);

$\bar{t}_{\Pi}$  - средняя длительность цикла обслуживания, определяется по формуле (3.1);

$\bar{t}_{\Pi}^2$  - средний квадрат длительности цикла обслуживания, при необходимости определяется обратным расчетом по  $C_{\Pi}$  и  $\bar{t}_{\Pi}$ ;

$\Pi_n$  - вероятность того, что все " $n$ " комплексов будут заняты обслуживанием судов;

$$\alpha_{\Pi} = \bar{t}_{\Pi} \cdot \lambda;$$

$\lambda$  - плотность судопотока, численно равна отношению количества судов, поступивших в порт за период  $T$ , к длительности этого периода.

Коэффициент  $C_{\Pi}$  определяется по формуле

$$C_{\Pi} = C_{\text{гр}} + C_{\Pi} P_{\Pi} (1 - P_{\Pi}) \bar{t}_{\Pi} : (\bar{t}_{\text{гр}} + \bar{t}_{\text{пс}}), \quad (3.4)$$

где  $C_{\text{гр}}$  - коэффициент, при  $n = 1$  принимается равным 0,55 для всех судов, кроме балкеров, и 0,625 для балкеров (РД 31.33.03-81); при  $n > 1$  величину  $C_{\text{гр}}$  необходимо принять равной единице.

Величина  $\Pi_n$  при  $n = 1$  принимается равной  $\alpha_{\Pi}$ , при  $n > 1$  - определяется по табл. 3.1 в зависимости от  $n$  и  $\alpha_{\Pi} : n$ .

Таблица 3.1

$\alpha_{\Pi}$	$n$				
$n$	2	3	4	5	6
0,25	0,1000	-	-	-	-
0,30	0,1385	0,0700	-	-	-
0,35	0,1815	0,1024	0,0603	-	-
0,40	0,2286	0,1412	0,0907	0,0597	-
0,45	0,2793	0,1861	0,1285	0,0908	0,0652



Продолжение табл. 3.1

$\frac{\alpha}{n}$	$n$				
	2	3	4	5	6
0,50	0,3333	0,2308	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	0,5173
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

Средняя величина простоя в очереди по причине помех рассчитывается по формуле

$$\bar{t}_{ож}^{np} = \bar{t}_{ож} - \bar{t}_{ож 2}, \quad (3.5)$$

где  $\bar{t}_{ож}$  - время ожидания в очереди, определенное по формулам (3.1) и (3.3);

$\bar{t}_{ож 2}$  - время ожидания в очереди, рассчитанное по формулам (3.1) и (3.3) при  $P_{II} = 0$ ,  $\bar{t}_{II} = 0$ ,  $\bar{t}_{II}^2 = 0$ .

Способом, изложенным в п. 3.1.4 и 3.1.5, можно выделить также простои флота, вызванные действием какого-либо одного фактора.

Для этого необходимо:

определить характеристики помех с учетом всех факторов и рассчитать  $\bar{t}_{II}$  и  $\bar{t}_{ож}$ ;

определить характеристики помех без рассматриваемого фак-

тора и рассчитать  $\bar{t}_{ц 2}$  и  $\bar{t}_{ож 2}$ ;

найти разность соответствующих характеристик.

3.1.6. Производить расчет стояночного времени и представлять результаты расчета рекомендуется в табличной форме (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Расчет стояночного времени судов

1	Количество пере- грузочных комплек- сов
2	Количество судов за расчетный пе- риод
3	Длительность ра- бочего периода, сут
4	Плотность судопо- тока, сут <sup>-1</sup> (2) : (3)
5	Средняя грузонось- еяность судов, тис. т
6	Производительность перегруз. компл., т/ч
7	Время зап. причала при обработке сут, (5) : (6)
8	Время зап. причала произв. стоянках, сут
9	Вероятность помех

10	Средняя длительность помех, сут
11	Ср. квадрат, длит. помех, сут <sup>2</sup>
12	$C_{\Pi} = \frac{(11)}{2 (10)^2}$
13	Длит. цикла обсл., сут, $\frac{(7) + (3)}{1 - (9)}$
14	$C_{Гр}$
15	$C_{Ц}$
16	$\phi_{Ц} = (4) \cdot (13)$
17	$\bar{n}_{\Pi}$
18	Время ожидания в очереди, сут
19	Стояночное время, сут, (13) + (18)
20	Непроизводит. простои, сут, (19) - (7) - (8)

ПРИМЕЧАНИЕ. В скобках цифры обозначены номера соответствующих граф табл. 3.2

### 3.2. Определение эффективных эксплуатационных характеристик причала

3.2.1. Стояночное время судов, определенное согласно п. 3.1, используется при поиске эффективного варианта причала на открытом рейде, для чего по всем вариантам определяется значение целевой функции и выбирается вариант с ее экстремальным значением.

3.2.2. В качестве целевой функции используются приведенные затраты, которые рассчитываются по формуле

$$E = S_{\text{ст}} \cdot N \cdot \bar{t}_{\text{ст}} + \delta K_{\text{пр}} + \varepsilon_{\text{пр}}, \quad (3.6)$$

где  $S_{\text{ст}} = \lambda_{\text{ст}} + \frac{\delta K_{\text{с}}}{365}$  — себестоимость содержания расчетного судна на стоянке с учетом суточного измерителя капитальных вложений;

$\lambda_{\text{ст}}$  — себестоимость содержания судна на стоянке, определяется по РД 31.03.01-80;

$K_{\text{с}}$  — строительная стоимость судна, определяется по РД 31.03.01-80;

$\delta$  — нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений;

$N$  — количество судов, поступающих в порт за год;

$\bar{t}_{\text{ст}}$  — стояночное время судов, определенное по п. 3.1 настоящих рекомендаций;

$K_{\text{пр}}$  — капитальные вложения в причальные сооружения, определяются по укрупненным показателям сметной стоимости;

$\varepsilon_{\text{пр}} = K_{\text{пр}} (P_{\text{р}} + P_{\text{а}})$  — эксплуатационные расходы по причальным сооружениям;

$\Pi_p$  - нормативный коэффициент отчислений на ремонт;

$\Pi_a$  - нормативный коэффициент отчислений на амортизацию.

3.2.3. Причал(ы) должны обеспечить перевалку заданного грузооборота, поэтому варианты причала(ов) при поиске эффективного решения могут отличаться: производительностью перегрузочного комплекса; количеством перегрузочных комплексов и водоизмещением расчетных судов, обеспечивающих заданный грузооборот.

3.2.4. От производительности перегрузочных комплексов и их количества зависят капитальные и эксплуатационные затраты по причалу, продолжительность грузовых операций и стояночное время судов, а от водоизмещения судов - количество судозаходов в течение года, длительность грузовых операций, стояночное время и себестоимость содержания судна на стоянке.

ДОПУСКАЕМЫЕ ПО УСЛОВИЯМ БЕЗОПАСНОСТИ АМПЛИТУДЫ  
КОЛЕБАНИЙ СУДНА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГРУЗОВЫХ РАБОТ

Тип судна, род груза	Горизонтальные перемещения ( $A_H$ ), м	Вертикальные перемещения ( $A_{\Sigma}$ ), м
Контейнеровозы ячеистого типа	0,12	0,10
Контейнеровозы комбинированного типа, лесовозы и сухогрузные суда общего назначения, длинно- меры, крупногабаритный палубный груз, металлы 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 назна- чения, операции с генеральными (тарно-штучными) грузами с ис- пользованием малой механизации и при работе людей в трюме	0,50	0,30
Обработка танкеров	1,50	0,50

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

ПРИЛОЖЕНИЕ 2  
(рекомендуемое)

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ УСИЛИЙ В ШВАРТОВАХ  
ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВЕТРА НА ЭВМ "ИСКРА-1256"

Программа составлена для ЭВМ "Искра-1256" с объемом памяти 64 тыс.кбт. Она состоит из основной программы и шести подпрограмм, обращение к которым осуществляется автоматически в процессе счета. Назначение подпрограмм приведено в табл. I.

Таблица I

Наименование подпрограмм	Назначение
П 1	оформление печати результатов расчета
П 2	ввод характеристик схем швартовки
П 3	коррентировка шага интегрирования
П 4	расчет усилий в каждом швартове
П 5	расчет неравномерности обтекания корпуса ветровым потоком
П 6	расчет аэродинамических коэффициентов

Блок-схема программы приведена на рис. I. Текст программы дан в конце приложения. Программа обеспечивает работу с машиной в диалоговом режиме. Ввод исходных данных осуществляется с клавиатуры.

Программа позволяет рассчитать усилия, их продольные и поперечные составляющие, а также моменты относительно вертикальной оси в каждом швартове, вызванные ветром заданного направления с учетом предусмотренных СНиП 2.06.04-82 отклонений по на-

## Блок-схема программы

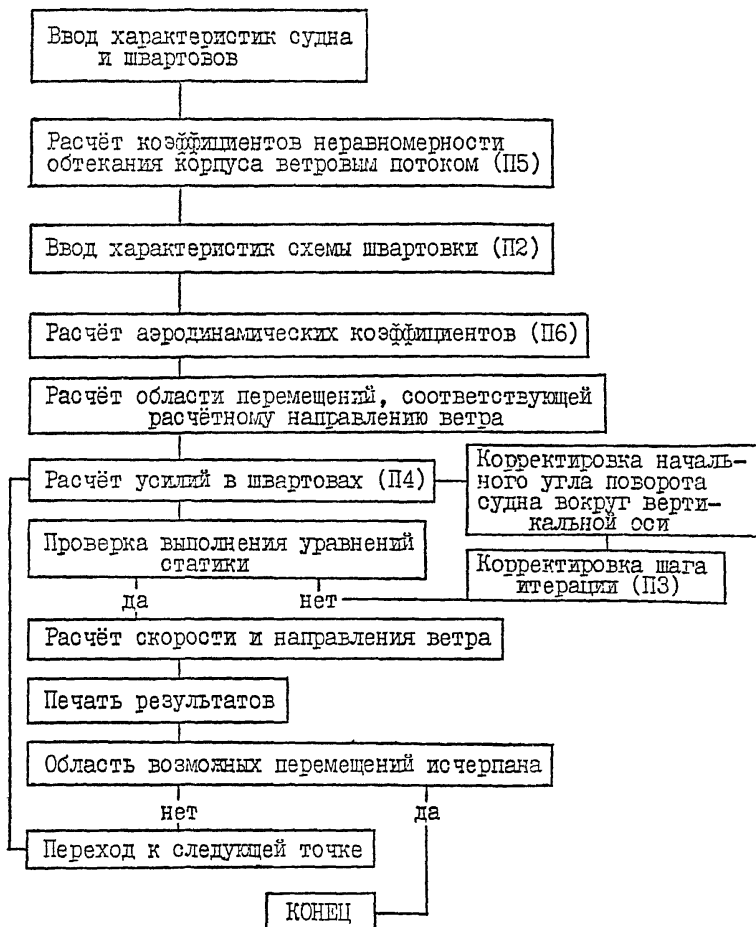


Рис. I

правления в секторе  $\pm 30^\circ$ . Кроме того, рассчитываются соответствующие продольные и поперечные перемещения центра тяжести судна, угол поворота диаметральной плоскости вокруг вертикальной оси, а также скорость ветра.

Для расчета необходимы следующие исходные данные:

а) характеристики судна:

название судна;

ширина судна, м;

длина между перпендикулярами, м;

площадь парусности,  $\text{м}^2$ ;

абсцисса центра парусности, м;

$KS_i - KS_n$  — абсциссы ктэзовых точек, м;

$ETA_i - ETAn$  — ординаты ктэзовых точек, м;

$L_i - L_n$  — исходные длины швартовов, м;

$ALFA_i - ALFAn$  — горизонтальные углы заведения швартовов, град;

$GAMMA_i - GAMMAN$  — вертикальные углы заведения швартовов, град;

б) характеристики швартовов:

$n$  — количество швартовов;

тип швартовов (стальные, синтетические либо растительные);

разрывное усилие в швартовах, кН;

$\Delta l_{\max}$  — максимально допустимое удлинение швартовов;

коэффициент  $K$  ;

коэффициент  $m$  ;

в) прочие характеристики:

направление ветра, град;

максимально допустимое продольное перемещение центра тяжести, м;

максимально допустимое поперечное перемещение центра тяжести, м.



Разрывные усилия в швартовах принимаются по графикам рис. 2 (согласно РД ЗІ.33.03-8І).

Максимально допустимые удлинения не должны превышать значений  $\Delta l_{\max}$ , помещенных в табл. 2 и соответствующие запасам, рекомендованным РД ЗІ.33.03-8І и приведенным в пятой колонке той же таблицы.

Коэффициенты  $K$  и  $m$  принимаются также по табл. 2 в зависимости от типа швартовов. Значения максимально допустимых продольного и поперечного перемещений судна ограничиваются технологическими требованиями, приведенными в приложении І.

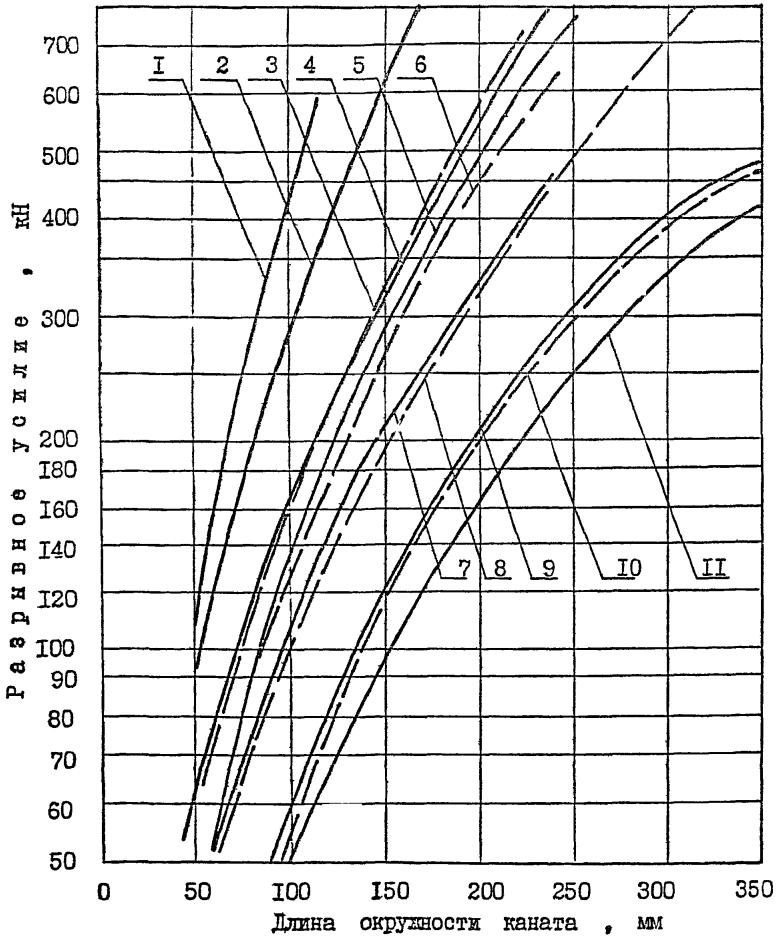
Направление отсчета угла ветра  $\beta_0$ , угла поворота диаметральной плоскости судна вокруг вертикальной оси  $\beta$ , расположение подвижной ( $\xi, \eta$ ) и неподвижной ( $x, y$ ) систем координат показаны на рис. 3.

В результате расчета на печать выводится заголовок, содержащий основные исходные данные (название судна, длину между перпендикулярами, боковую площадь парусности, тип швартовов, расчетное направление ветра).

Затем на печать выводятся значения перемещений центра тяжести судна и угол поворота диаметральной плоскости судна вокруг вертикальной оси, а также соответствующие им скорость и направление ветра. При этом отрицательные значения абсциссы центра тяжести соответствуют перемещениям центра тяжести в направлении кормы судна, а положительные — в направлении носа судна.

Далее распечатывается таблица, содержащая координаты контрольных точек, исходные характеристики швартовов, их относительные деформации ( $\Delta L$ ), усилия ( $N$ ) с их продолжением

График для определения разрывного усилия в швартовах



I — стальной жёсткий, конструкции а.в. I о.с.;  
 2 — стальной гибкий, конструкции а.в. 7 о.с.; 3 — ка-  
 проновый; 4 — нейлоновый; 5 — териденовый; 6 — поли-  
 пропиленовый; 7 — полиэтиленовый; 8 — фуралоновый;  
 9 — манильский; 10 — сизальский; II — пеньковый

Рис. 2

Обозначение исходных данных для  
выполнения счёта по программе

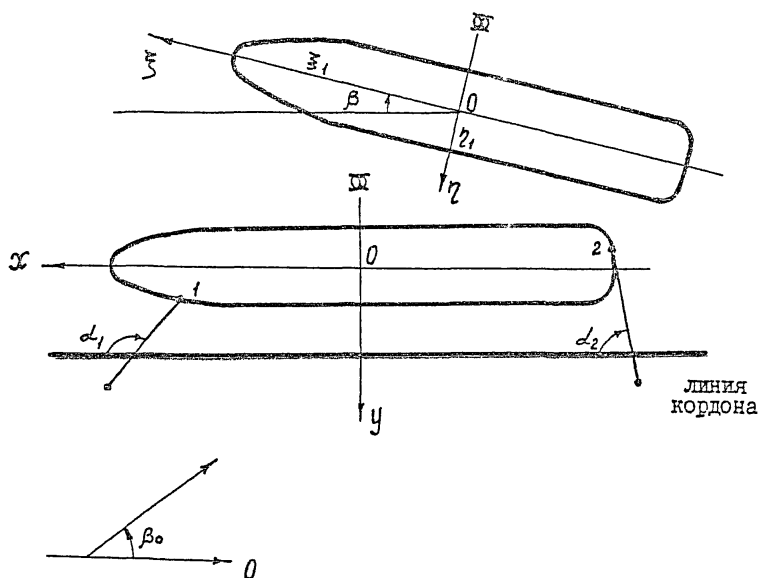


Рис. 3

( $N_x$ ) и поперечными ( $N_y$ ) составляющими, в кН, моменты усилий в кН.м.

Таким образом расчет повторяется для различных направлений ветра, соответствующих заданному в секторе  $\pm 30^\circ$ .

В случае, когда деформация швартовов превышает заданное допустимое значение, информация об этом выводится на экран процессора.

Пример расчета приведен на рис. 4.

Таблица 2

Характеристики различных типов швартовов

Тип швартовов	K	m	Запас	$\Delta \ell_{\max}$
Стальной жесткий конструкции а.в I 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
Полэтиленовый	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
Спзальский	28,3	2,16	4,0	0,112
Пеньковый	32,0	2,21	4,0	0,111

Пример расчета

Необходимо рассчитать усилия в швартовах при стоянке т/к "Маршал Буденный" у причала 32 п. Одесса в условиях действия

штормового ветра, направление которого составляет  $90^\circ$  относительно диаметральной плоскости судна. Расчетные характеристики судна приведены в табл. 3.

Характеристики схемы швартовки показаны на рис. 4. Особенность схемы состоит в том, что седьмой, восьмой, девятый и десятый швартовы закреплены на двух установленных на дно массивах. Судно ошвартовано стальными жесткими швартовами с разрывным усилием 1000 кН,  $k=22,5$ ,  $m = 1$ . Максимально допустимое удлинение 0,01. Максимально допустимые продольные перемещения центра тяжести приняты равными 0,1 м вдоль причала и 0,3 в направлении от причала.

Пример расчета на ЭВМ приведен на рис. 4. По результатам расчетов на рис. 5, 6 построены поля точек, отражающие зависимость усилий в каждом швартове от скорости ветра с учетом его возможных колебаний по направлению в пределах от  $60^\circ$  до  $120^\circ$ .

Верхние огибающие каждого поля точек описывают зависимость максимально возможных усилий в швартовах при направлении ветра, перпендикулярном линии кордона, от скорости ветра.

Поскольку, с учетом запаса, составляющего 4,3, допустимые усилия не должны превышать 230 кН, стоянка судна может считаться безопасной при скоростях ветра, меньших 23 м/с. В противном случае деформации швартова 3 превысят допустимую величину.

Если необходимо обеспечить стоянку судна при больших скоростях ветра, то следует изменить схему закрепления носовой оконечности судна и повторить расчет.

Пример печати результатов счёта на машине

МАРШАЛ БУДЁННЫЙ

ДЛИНА МЕЖДУ ПЕРПЕНДИКУЛЯРАМИ 236.0 М

БОКОВАЯ ПЛОЩАДЬ ПАРУСНОСТИ 2360.0 КВ М

ШВАРТОВЫ СТАЛЬНЫЕ

РАСЧЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ВЕТРА 90 ГРАД.

СКОРОСТЬ ВЕТРА = 13.9 М/с

НАПРАВЛЕНИЕ ВЕТРА - - 63 ГРАД

АБСЦИССА ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ = 0.00 М

ОРДИНАТА ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ = -0.10 М

УГОЛ ПОВОРОТА ВОКРУГ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСИ = -0.010 ГРАД

N	KS	ETA	ALFA	GAMMA	L0	DELTA L	NI	NX	NY	MI
1	120.5	-3.0	156.0	8.0	63.4	0.00091	20.4	18.5	120.5	1054.58
2	120.6	3.0	150.0	14.0	39.6	0.00170	38.2	32.0	120.6	2155.60
3	114.5	10.0	141.0	27.0	21.0	0.00360	81.0	55.8	114.5	4686.41
4	104.5	16.0	14.0	20.0	27.0	0.00133	29.9	-27.2	104.5	1160.76
5	74.0	19.0	175.0	17.0	32.0	0.00014	3.1	2.9	74.0	-36.58
6	74.0	19.0	4.0	12.0	44.0	0.00034	7.6	-7.4	74.0	181.83
7	-5.0	19.0	20.0	32.0	45.6	0.00065	14.6	-11.6	-45.0	29.54
8	-111.0	8.5	141.0	32.0	45.6	0.00069	15.5	10.2	-111.0	-1003.70
9	-111.0	8.5	39.0	41.0	37.0	0.00085	19.1	-11.2	-111.0	-915.27
10	-122.5	7.0	82.0	45.0	34.4	0.00120	27.0	-2.6	-122.5	-2300.12

ПРИЛОЖЕНИЕ 2  
(продолжение)

Рис. 4

Усилия в швартовах № 6, 7, 8, 9, 10  
в зависимости от скорости ветра

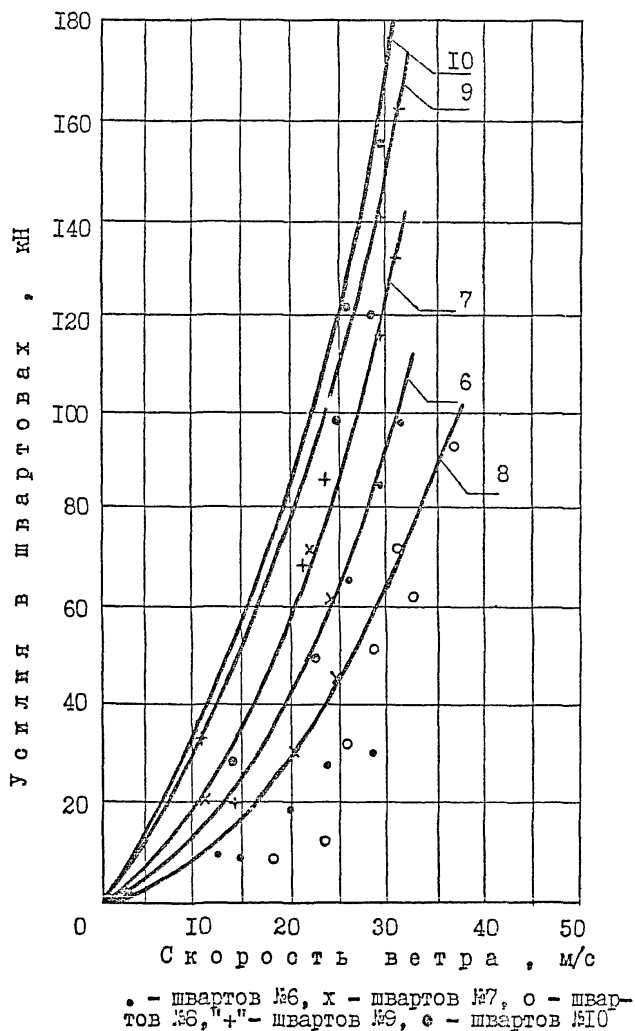


Рис. 5

Усилия в швартовых № 1, 2, 3, 4, 5  
в зависимости от скорости ветра

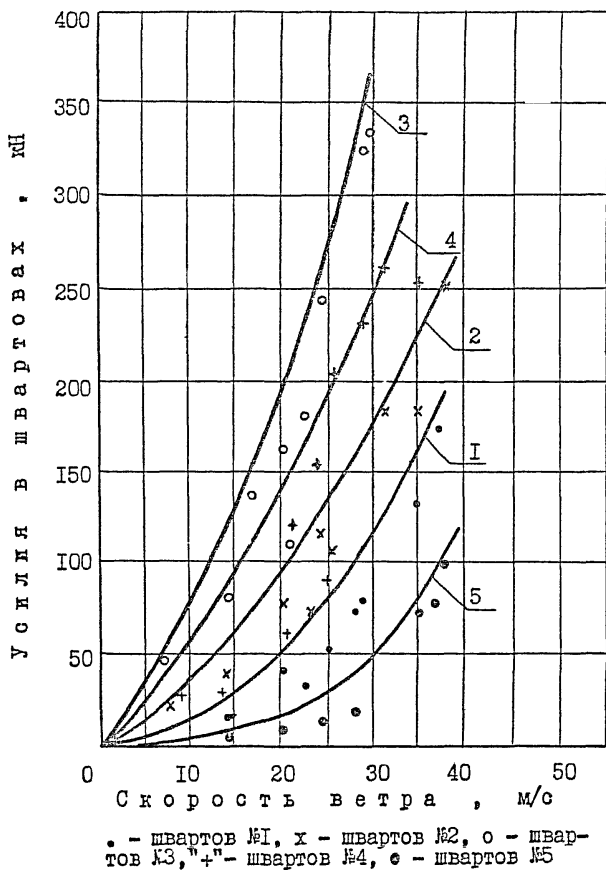


Рис. 6



Таблица 3

Расчетные характеристики т/х "Маршал Буденный"

Наименование	Значение
Водоизмещение	95 тыс. т
Длина	236 м
Шторм	38,7 м
Площадь парусности с учетом экранирования	2360 м <sup>2</sup>

# ТЕКСТ ПРОГРАММЫ

```

1 СЕЛЕКТ ( 0, 0, 0)
2 СЕЛЕКТ ( 1, 18, 10)
3 СЕЛЕКТ ( 2, 6, 240)
4 СЕЛЕКТ ( 3, 5, 64)
5 ПЕЧАТЬ ( "НАЗВАНИЕ СУДНА,")
6 НС= > СA01
7 ПЕЧАТЬ ( "ШИРИНА СУДНА, М",)
8 Н= > A26
9 ПЕРЕХ П5
10 A01= > A07
11 0.002= > A13
12 ПЕЧАТЬ ("ДЛИНА МЕЖДУ ПЕРПЕНДИКУЛЯРАМИ",)
13 Н= > A26
14 ПЕРЕХ П5
15 A01= > A00
16 ПЕЧАТЬ ("ПЛОЩАДЬ ПАРУСНОСТИ",)
17 Н= > A01
18 ПЕЧАТЬ ("ТИП ШВАРТОВОВ",)
19 НС= > СA02
20 ПЕЧАТЬ ("РАЗРЫВНОЕ УСИЛИЕ",)
21 Н= > A08
22 ПЕЧАТЬ ("МАКСИМАЛЬНОЕ ДОПУСТИМОЕ УДЛИННЕНИЕ",)
23 Н= > A22
24 ПЕЧАТЬ ("К",)
25 Н= > A09

```

26  $A08 * A09 = > A08$   
 27 ПЕЧАТЬ ("M",)  
 28  $H = > A10$   
 29 ПЕЧАТЬ ("ЗАДАТЬ НАПРАВЛЕНИЕ ВЕТРА, ГРАД.",)  
 30  $H = > И00$   
 31 ПЕЧАТЬ ("ЗАДАТЬ КОЛИЧЕСТВО СИМВОЛОВ В НАЗВАНИИ СУДНА",)  
 32  $H = > A31$   
 33  $A31 = > И15$   
 34  $(I08 - A31) / 2 + 1 = > A31$   
 35 СЕЛЕКТ (3, 12, 136)  
 36 ПЕЧАТЬ ( F 09(A31), CA01, )  
 37 ПЕЧАТЬ (F09(A31), "\_\_",,)  
 38 И15  
 39 ПЕЧАТЬ ("\_\_",,)  
 40  $И15 - 1 = > И15$   
 41  $И15 > 0$  ПЕРЕХ И15  
 42 ПЕЧАТЬ (HEX (0D), )  
 43 ПЕЧАТЬ (, )  
 44 СЕЛЕКТ (3, 12, 136)  
 45 ПЕЧАТЬ ("ДЛИНА МЕЖДУ ПЕРПЕНДИКУЛЯРАМИ ", A26(3.1), "M", )  
 46 ПЕЧАТЬ ("БОКОВАЯ ПЛОЩАДЬ ПАРУСНОСТИ ", A01 (4.1), " КВ.М", )  
 47 ПЕЧАТЬ ("ШВАРТОВЫ ", SA02, )  
 48 ПЕЧАТЬ ("РАСЧЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ВЕТРА " , И00 (3.0), "ГРАД.", )  
 49 ПЕЧАТЬ (HEX (0A), )  
 50 СЕЛЕКТ (3, 5, 137)  
 51 ПЕЧАТЬ ("АБСЦИССА ЦЕНТРА ПАРУСНОСТИ, M", )

```

52 H= > A06
53 A06/A26*2=>A06
54 ПЕРЕХ П6
55 ПЕЧАТЬ ("КОЛИЧЕСТВО ШВАРТОВОВ",)
56 H= > A30
57 ПЕРЕХ П2
58 CA02="СТАЛЬНЫЕ" ПЕРЕХ M00
59 Ø.3= > A09
60 ПЕРЕХ M01
61 M00
62 Ø.1= > A09
63 M01
64 ПЕЧАТЬ ("ЗАДАТЬ МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМОЕ ПРОДОЛЬНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ, М",)
65 H= > A02
66 ПЕЧАТЬ ("ЗАДАТЬ МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМОЕ ПОПЕРЕЧНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ, М",)
67 H= > A03
68 ( ( A02/A09) INT+1) * A09= > A02
69 ( ( A03/A09) INT+1) * A09= > A03
70 И00 < 45 ПЕРЕХ M02
71 И00 > 135 ПЕРЕХ M03
72 И00 = 45 ПЕРЕХ M04
73 И00 = 135 ПЕРЕХ M05
74 A023H= > A11
75 ЦИКЛ (A11, A09, A02)
76 A033H= > A12
77 ЦИКЛ (A12, A09, Ø)
78 A11 < Ø ПЕРЕХ M06

```

79 AI23H+(M00+45)IPTAN\*AI1 > 0ПЕРЕК МИ4  
 80 ПЕРЕК M07  
 81 M06  
 82 AI23H+ (M00-45)IPTAN\*AI1>0ПЕРЕК МИ4  
 83 ПЕРЕК M07  
 84 МИ4  
 85 ПЕРЕК П4  
 86 M07  
 87 ЦИКЛ \*  
 88 ЦИКЛ \*  
 89 ПЕРЕК M09  
 90 M02  
 91 A023H= > AI1  
 92 ЦИКЛ (AI1,A09,0)  
 93 A033H= > AI2  
 94 ЦИКЛ (AI2,A09,0)  
 95 AI2-(M00+45)IPTAN\*AI1>0ПЕРЕК МИ2  
 96 ПЕРЕК МИ3  
 97 МИ2  
 98 ПЕРЕК П4  
 99 МИ3  
 100 ЦИКЛ\*  
 101 ЦИКЛ\*  
 102 ПЕРЕК M09  
 103 M03  
 104 0= > AI1  
 105 ЦИКЛ (AI1,A09,A02)

I06	A033H= > AI2	
I07	ЦИКЛ (AI2, A09, 0)	
I08	AI2- (И00-45)ГРТАН * AI1 > 0ПЕРЕХ M08	
I09	ПЕРЕХ MII	
I10	M08	
I11	ПЕРЕХ П4	
I12	MII	
I13	ЦИКЛ *	
I14	ЦИКЛ *	
I15	ПЕРЕХ M09	
I16	M04	
I17	A023H= > AI1	
I18	ЦИКЛ (AI1, A09, 0)	
I19	A033H= > AI2	
I20	ЦИКЛ (AI2, A09, 0)	
I21	ПЕРЕХ П4	
I22	ЦИКЛ *	
I23	ЦИКЛ *	
I24	ПЕРЕХ M09	
I25	M05	
I26	0= > AI1	
I27	ЦИКЛ (AI1, A09, A02)	
I28	A033H= > AI2	
I29	ЦИКЛ (AI2, A09, 0)	
I30	ПЕРЕХ П4	I33 M09
I31	ЦИКЛ *	I34 П4
I32	ЦИКЛ *	I35 A30=>M15

I36	$I\emptyset\emptyset = \succ A28$
I37	$\emptyset = \succ A3I$
I38	$I = \succ A23$
I39	$I.99 = \succ A28$
I40	$I\emptyset7$
I41	$\emptyset = \succ AI9$
I42	$\emptyset = \succ A2\emptyset'$
I43	$\emptyset = \succ A24$
I44	$\emptyset = \succ A25$
I45	$\emptyset = \succ A2I$
I46	$3I = \succ I\emptyset I$
I47	$A3\emptyset + 3I = \succ I\emptyset I5$
I48	$I\emptyset3$
I49	$I\emptyset I + I = \succ I\emptyset I$
I50	$I\emptyset I + A3\emptyset = \succ I\emptyset2$
I51	$I\emptyset2 + A3\emptyset = \succ I\emptyset3$
I52	$I\emptyset3 + A3\emptyset = \succ I\emptyset4$
I53	$I\emptyset4 + A3\emptyset = \succ I\emptyset5$
I54	$I\emptyset5 + A3\emptyset = \succ I\emptyset6$
I55	$I\emptyset6 + A3\emptyset = \succ I\emptyset7$
I56	$I\emptyset7 + A3\emptyset = \succ I\emptyset8$
I57	$I\emptyset8 + A3\emptyset = \succ I\emptyset9$
I58	$I\emptyset9 + A3\emptyset = \succ I\emptyset I\emptyset$
I59	$I\emptyset I\emptyset + A3\emptyset = \succ I\emptyset I I$
I60	$I\emptyset I I + A3\emptyset = \succ I\emptyset I2$
I61	$I\emptyset I2 + A3\emptyset = \succ I\emptyset I3$
I62	$I\emptyset I3 + A3\emptyset = \succ I\emptyset I4$

I63  $AI1 - (((AI3/2) \sin^4 2) * AM01 - (AI3 \sin * AM02)) = > AM13$   
 I64  $AI2 + AI3 \sin * AM01 - (((AI3/2) \sin^4 2) * 2 * AM02) = > AM14$   
 I65  $((AM13/AM03)^4 + 2 * (AM14/AM03)^4 + 1 + AM05 \text{TPCOS} * 2 * (AM13/AM03 * (AM04 \text{TPCOS}) - AM14/AM03 * (AM04 \text{TPSIN})) \text{SQR} - 1) = > AM06$   
 I66  $AM06 > 0 \text{ПЕРЕК} \text{ M01}$   
 I67  $0 = > AM07$   
 I68  $0 = > AM08$   
 I69  $0 = > AM11$   
 I70  $\text{ПЕРЕК} \text{ M02}$   
 I71  $\text{M01}$   
 I72  $AM06 > A22 \text{ПЕРЕК} \text{ M04}$   
 I73  $"\text{НЕТ}" = > \text{CA06}$   
 I74  $(AM06 \neq AI0) * A08 = > AM11$   
 I75  $AM11 \text{ЗН} * (AM05 \text{TPCOS} * AM04 \text{TPCOS} + AM13/AM03) / (1 + AM06) = > AM07$   
 I76  $AM11 * (AM05 \text{TPCOS} * AM04 \text{TPSIN} - AM14/AM03) / (1 + AM06) = > AM08$   
 I77  $\text{M02}$   
 I78  $AI3 \text{COS} * AM07 + AI3 \sin * AM08 = > AM09$   
 I79  $AI3 \sin * AM07 \text{ЗН} + AI3 \text{COS} * AM08 = > AM10$   
 I80  $AM09 * AM02 \text{ЗН} + AM10 * AM01 = > AM12$   
 I81  $AI9 + AM00 = > AI9$   
 I82  $A20 + AM10 = > A20$   
 I83  $A24 + AM07 = > A24$   
 I84  $A25 + AM08 = > A25$   
 I85  $A21 + AM12 = > A21$   
 I86  $\text{M01} < \text{M15 ПЕРЕК} \text{ M03}$   
 I87  $A24 = 0 \text{ПЕРЕК} \text{ M10}$



188 (A25/A243H) A R CTAN = > A15  
 189 A15 < ØПЕРЕХ M11  
 190 A15-PI = > A15  
 191 ПЕРЕХ M11  
 192 M1Ø  
 193 P1/23H = > A15  
 194 M11  
 195 (((A2442+A2542)/(((A15+A13)COS\*0.14\*A07)42+((A15+A13) SIN\*A00)42)) SQ R\*2/Ø.00129)/  
 A01) SQ R = > A14  
 196 A26\*A01\*0.00129\*A04\*(A1442)\*((A15+A13)SIN)\*(A05+A06-(A13ABS/2)/PI)/2=>A27  
 197 A27+A21= > A29  
 198 ПЕРЕХ П3  
 199 (A31-A29)ABS > A23ПЕРЕХ M14  
 200 Ø= > A23  
 201 A133H= > A13  
 202 M14  
 203 A29=> A31  
 204 СЕЛЕКТ (3,5,64)  
 205 A29ABS<3ØØПЕРЕХ M05  
 206 ПЕЧАТЬ ("СУММАРНЫЙ МОМЕНТ ИНЕРЦИИ ", A29 (6.Ø), " КН\*М",)  
 207 A13 > ØПЕРЕХ M12  
 208 A29 > ØПЕРЕХ M13  
 209 A13\*A28= > A13  
 210 ПЕРЕХ M07  
 211 M13  
 212 A13/A28= > A13  
 213 ПЕРЕХ M07

214 M12  
 215 A29 > ØПЕРЕХ M06  
 216 A13/A28= > A13  
 217 ПЕРЕХ M07  
 218 M06  
 219 A13 \* A28= > A13  
 220 ППЕРЕХ M07  
 221 M05  
 222 ПЕЧАТЬ ("СУММАРНЫЙ МОМЕНТ ИНЕРЦИИ", A29 (6.0), " КН \* м",)  
 223 СЕЛЕНТ (3,12,136)  
 224 ПЕЧАТЬ ("СКОРОСТЬ ВЕТРА= ", A14(2.1), " М/С",)  
 225 A15PI= > A15  
 226 ПЕЧАТЬ ("НАПРАВЛЕНИЕ ВЕТРА - ", A15 (3.0), "ГРАД",)  
 227 ПЕЧАТЬ ("АБСЦИССА ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ = ", A11 (2.2), " М",)  
 228 ПЕЧАТЬ ("ОРДИНАТА ЦЕНТРА ТЯЖЕСТИ = ", A12 (2.2), " М",)  
 229 A13PI= > A13  
 230 ПЕЧАТЬ ("УГОЛ ПОВОРОТА ВОКРУГ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСИ = ", A13 (2,3), " ГРАД",)  
 231 A13PI= > A13  
 232 ПЕЧАТЬ ( )  
 233 Z= > A3I  
 234 I08= > M15  
 235 ПЕРЕХ M1  
 236 ПЕЧАТЬ ( " N : KSI : ETA : ALFA : GAMMA : L0 : DELTA L : NI : NX :  
 238 ПЕРЕХ M1 NY : MI ",)  
 238 I= > M01  
 239 M08  
 240 M01 A30ПЕРЕХ M09

40

ПРИЛОЖЕНИЕ 2  
 (продолжение)

241 3I+И0I= >И09  
 242 И09+А30= > И02  
 243 И02+А30= > И03  
 244 И03+А30= > И04  
 245 И04+А30= > И05  
 246 И05+А30= > И06  
 247 И06+А30= > И07  
 248 И07+А30= > И08  
 249 И08+3 \* А30= > И11  
 250 И11+А30= > И12  
 251 ПЕЧАТЬ ( F09(2),И0I(2.0),F09(7),АИ09(4.1),F09 (16),АИ02(2.1),F09 (24),АИ04(3.1),F09(32),  
 АИ05(3.1), F09 (41),АИ03 (2.1), F09 (50), АИ06 (1.5), F0  
 9(59),АИ11(4.1), F09 (68),АИ07(6.1), F09(77),АИ09(6.1), F09(85),АИ12(7.2),)  
 252 3= > А31  
 253 108= > И15  
 254 И01+1= > И01  
 255 ПЕРЕХ И08  
 256 И09  
 257 ПЕРЕХ И1  
 258 САС6="НЕТ"ПЕРЕХ И00  
 259 И04  
 260 СЕЛЕКТ (3,5,64)  
 261 ПЕЧАТЬ ("ДЕФОРМАЦИЯ ШВАРТОВА L0=",АИ03, "ПРЕВЫШАЕТ ДОПУСТИМУЮ ВЕЛИЧИНУ",)  
 262 ПЕЧАТЬ ("ПРИ X=", АИ1 (3.2), " Y=", АИ2 (3.2),)  
 263 "КОНЕЦ"= > САС6  
 264 И00  
 265 И1

266 IØ5= > И15  
 267 ПЕЧАТЬ ( FØ9 (0),,) )  
 268 MØI  
 269 ПЕЧАТЬ ( "\_\_\_\_",,) )  
 270 И15-I= > И15  
 271 И15 > ØПЕРЕХ MØI  
 272 ПЕЧАТЬ (HEX (OD),) )  
 273 П2  
 274 32= > ИØI  
 275 ИØI+A3Ø-I= > A3I  
 276 I= > И15  
 277 ЦИКЛ (ИØI, I ,A3I)  
 278 ПЕЧАТЬ ("K S i", И15,) )  
 279 H= > AMØI  
 280 И15+I= > И15  
 281 ЦИКЛ \*  
 282 I= > И15  
 283 A3I+I= > ИØI  
 284 ИØI+A3Ø-I= > A3I  
 285 ЦИКЛ (ИØI, I ,A3I)  
 286 ПЕЧАТЬ ("ETA",И15,) )  
 287 H= > AMØI  
 288 И15+I= > И15  
 289 ЦИКЛ \*  
 290 A3I+I= > ИØI  
 291 ИØI+A3Ø-I= > A3I  
 292 I= > И15

293 ЦИКЛ (ИØI,I,A3I)  
 294 ПЕЧАТЬ(" LØ;ИI5,)  
 295 H=>AMØI  
 296 ИI5+I=>ИI5  
 297 ЦИКЛ\*  
 298 I=>ИI5  
 299 A3I+I=>ИØI  
 300 ИØI+A3Ø-I=>A3I  
 301 ЦИКЛ (ИØI,I,A3I)  
 302 ПЕЧАТЬ ("A L F A", ИI5,)  
 303 H=>AMØI  
 304 ИI5+I=>ИI5  
 305 ЦИКЛ\*  
 306 I=>ИI5  
 307 A3I+I=>ИØI  
 308 ИØI+A3Ø-I=>A3I  
 309 ЦИКЛ (ИØI,I,A3I)  
 310 ПЕЧАТЬ ( " G A M M A", ИI5,)  
 311 H=>AMØI  
 312 ИI5+I=>ИI5  
 313 ЦИКЛ\*  
 314 ПЗ  
 315 A3I=ØПЕРЕХ MØ2  
 316 A29\*A3I>ØПЕРЕХ MØ2  
 317 (A28-I)/IØ+A28IN T=>A28  
 318 MØ2  
 319 A29=>A29

320 П5  
 321  $A26 < 25 \text{ ПЕРЕК } M00$   
 322  $A26 < 50 \text{ ПЕРЕК } M01$   
 323  $A26 < 100 \text{ ПЕРЕК } M02$   
 324  $A26 < 200 \text{ ПЕРЕК } M03$   
 325  $0.5 = > A01$   
 326 ПЕРЕК M04  
 327 M03  
 328  $0.8 - 0.0015 * A26 = > A01$   
 329 ПЕРЕК M04  
 330 M02  
 331  $0.95 - 0.003 * A26 = > A01$   
 332 ПЕРЕК M04  
 333 M01  
 334  $1.2 - 0.003 * A26 = > A01$   
 335 ПЕРЕК M04  
 336 M00  
 337  $I = > A01$   
 338 M04  
 339 П6  
 340  $A06 > 0.13 \text{ ПЕРЕК } M00$   
 341  $((A06 + 0.1) \text{ ABS } \uparrow 0.522) * 0.453 \text{ H } 0.7 = > A04$   
 342 ПЕРЕК M05  
 343 M00  
 344  $A06 > 0.3 \text{ ПЕРЕК } M01$   
 345  $0.7 + ((A06 + 0.1) \text{ ABS } \uparrow 0.455) * 0.636 = > A04$

346 ПЕРЕК М05  
 347 М01  
 348  $I.04 = > A04$   
 349 М05  
 350  $A06 > 0.153$  ПЕРЕК М06  
 351  $0.27 + ((A06 + 0.15) \text{ ABS } 40.93) * 0.031 \Rightarrow A05$   
 352 ПЕРЕК М07  
 353 М06  
 354  $A06 > 0.3$  ПЕРЕК М08  
 355  $0.27 - ((A06 + 0.15) \text{ ABS } 40.655) * 0.036 \Rightarrow A05$   
 356 ПЕРЕК М07  
 357 М08  
 358  $0.25 = > A05$   
 359 М07

# ПРИЛОЖЕНИЕ 3 (справочное)

## ПРИМЕР РАСЧЕТА СТОЯНОЧНОГО ВРЕМЕНИ СУДОВ С УЧЕТОМ ПОМЕХ

I. Требуется определить среднее время простоя судов "Маршал Кулов" в нефтегазаване Песчарис, если известно:

суда данного типа обрабатываются только у глубоководного причала, другие суда у этого причала не обрабатываются;

в среднем за год поступает 138 судов, их грузоподъемность 112 тыс.т;

производительность перегрузочного комплекса 5000 т/ч,

допустимая скорость ветра 13 м/с, высота волны 1,2 м.

Расчет выполняется в следующем порядке.

Определяются характеристич. гидрометеопомех согласно п. 2.3 настоящего приложения.

На рис. I показано, как по совмещенному графику хода элементов гидрометеобъекторов определяются значения длительности помех (рис. I имеет иллюстративный характер, здесь для большей наглядности приведен также график температур воздуха, хотя для рассматриваемого примера этот фактор не нужен).

В результате статистической обработки данных наблюдений за гидрометеосреждением на глубоководном причале получено:

$$\bar{t}_{\Pi} = 0,90 \text{ сут}, \quad \overline{t_{\Pi}^2} = 1,56 \text{ сут}^2, \quad P_{\Pi} = 0,30$$

По средней грузоподъемности судов и производительности перегрузочного комплекса определяется средняя длительность грузовых операций

$$\bar{t}_{\text{гр}} = \frac{112000}{5000} = 22,4 \text{ (ч)} = 0,933 \text{ (сут)}.$$



Определение статистических характеристик помех  
по данным наблюдений за гидрометеорежимом

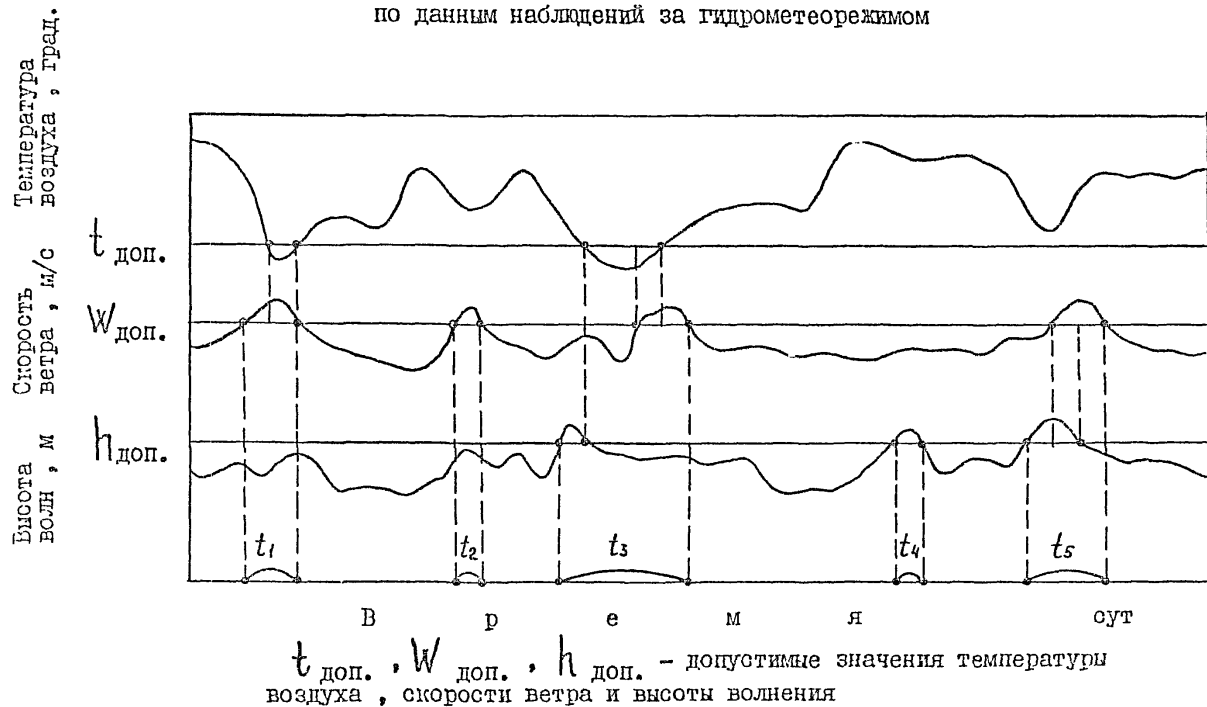


Рис. I

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3 (продолжение)

Согласно РД 31.31.37-78 время занятости причала производственными стоянками судна водоизмещением 100-150 тыс.т при наливке (заграблывание и большой набор) в среднем для теплого и холодного периодов составляет 0,500 сут.

Средняя длительность цикла обслуживания равна

$$\bar{t}_{\text{ц}} = \frac{0,500 + 0,933}{1 - 0,20} = 1,79 \text{ (сут) } .$$

Коэффициент  $C_{\text{п}} = 1,56 : 2 : 0,90^2 = 0,963$ , согласно РД 31.33.03-81  $C_{\text{гр}} = 0,55$ , тогда

$$C_{\text{ц}} = 0,55 + 0,963 \cdot 0,20 \cdot (1 - 0,20) \cdot \frac{0,90}{1,43} = 0,647 .$$

Плотность суднопотока равна

$$\lambda = 138 : 365 = 0,378 \text{ (сут}^{-1}\text{)},$$

отсюда  $\alpha_{\text{ц}} = 0,378 \cdot 1,79 = 0,677$  .

Величина  $\bar{t}_{\text{п}}$  в данном случае равна  $\alpha_{\text{ц}}$  .

Длительность ожидания в очереди равна

$$\begin{aligned} \bar{t}_{\text{ож}} &= 0,2 \cdot 0,963 \cdot 0,90 + \frac{1,79 \cdot 0,647}{(1 - 0,377)} \cdot 0,677 = \\ &= 2,59 \text{ (сут) } . \end{aligned}$$

В среднем каждое судно находится в порту (стояночное время)

$$2,59 + 1,79 = 4,38 \text{ (сут) } ;$$

в том числе: грузовые операции составляют 0,93 сут ;

производственные стоянки судна - 0,50 сут ;

непроизводительные простои - 2,95 сут.

Для выделения простоев флота по гидрометеопричинам величина  $\bar{t}_n$ ,  $\bar{t}_n^2$ ,  $P_n$  принимаются равными нулю, тогда

$$\bar{t}_{ц2} = 0,933 + 0,500 = 1,43 \text{ (сут )};$$

$$C_{ц} = C_{гр} = 0,55;$$

$$\alpha_{ц} = 1,43 \cdot 0,378 = 0,54;$$

$$\bar{t}_{ом2} = \frac{1,43 \cdot 0,55 \cdot 0,54}{(1 - 0,54)} = 0,92 \text{ (сут )} .$$

Простой у причала по гидрометеопричинам равен

$$\Delta \bar{t}_{ц} = 1,79 - (0,933 + 0,500) = 0,36 \text{ (сут )};$$

в очереди -

$$\Delta \bar{t}_{ом} = 2,59 - 0,92 = 1,67 \text{ (сут )} .$$

В результате расчета получено:

суммарные стоимостные флота в порту составляют  $138 \cdot 4,33 = 604$

судо-сут ;

в том числе:

под грузовыми операциями -  $138 \cdot 0,93 = 129$  судо-сут ;

производственные стоимостные -  $138 \cdot 0,50 = 69$  судо-сут ;

непроизводительные простои -  $138 \cdot 2,95 = 407$  судо-сут ;

из них:

по гидрометеопричинам -  $(0,36 + 1,67) \cdot 138 = 280$  судо-сут.

Примечание. Суммарные простои флота по гидрометеопричинам, полученные по формулам (3.2) и (3.5), нельзя сравнивать с простоями по гидрометеопричинам, которые определены по данным тайм-листа. В этом документе простой судов из-за помех фиксируется только при их обработке (см. ММФ Приказ № 180 "Об организации обработки и обслуживания судогрузного флота в морских портах и портовых племтах Минморфлота").

2. Условия плавания. Необходимо определить стоимостное время судов при отсутствии данных наблюдений за гидрометеорологическим и выделить простои флота из-за волнения.

Факторами, влияющими на обработку наливных судов, являются ветер и волнение. Возникновение помех от ветра и от волнения — события зависимые. Однако в нефтегазании волноопасными являются южные направления, вероятностью помех из-за волнения с других направлений можно пренебречь, поэтому волнение с южных и ветер с северных направлений являются событиями независимыми.

Вероятность возникновения ветров со скоростью  $\geq 13$  м/с, определенная по кривым обеспеченности, с южных и северных направлений составляет соответственно

$$P_{\text{вет.ю}} = 0,022 \text{ и } P_{\text{вет.с}} = 0,130;$$

вероятность волнения с высотой  $\geq 1,2$  м равна

$$P_{\text{в}} = 0,058 .$$

В связи с тем, что волнение и ветер с южных направлений — события зависимые и, более того, возникновение южных ветров влечет за собой волнение с этих направлений, вероятность их суммы равна

$$P_{\text{ию}} = 0,022 + 0,058 - \min(0,022; 0,058) = 0,058 .$$

Далее, помехи от северных ветров и помехи с юга от ветра и волнения — события несовместные, т.е. ветер с севера со скоростью  $\geq 13$  м/с не может действовать одновременно с ветром или волнением, высота которого  $\geq 1,2$  м, от южных направлений, поэтому

$$P_{\text{н}} = 0,13 + 0,058 - 0 = 0,19$$

Средняя длительность и средний квадрат длительности помех согласно п. 2.3.4 принимаются равными

$$\bar{t}_n = 0,50 \text{ сут} \quad \text{и} \quad \bar{t}_n^2 = 0,50 \text{ сут}^2$$

По полученным и исходным данным рассчитывается стояночное время судов

$$\bar{t}_c = 1,77 + 2,25 = 4,02 \text{ (сут)}.$$

Для выделения простоев флота из-за волнения величина  $P_B$  принимается равной нулю. В этом случае помехи будут возникать только из-за действия ветра, тогда

$$P_{n2} = 0,13 + 0,022 - 0 = 0,15$$

Величины  $\bar{t}_n$  и  $\bar{t}_n^2$  принимаются равными 0,50 сут и 0,50 сут<sup>2</sup>.

В этом случае стояночное время составляет

$$\bar{t}_{c2} = 1,69 + 1,86 = 3,55 \text{ (сут)}$$

Простой судов из-за волнения равен

$$\Delta \bar{t}_c = \bar{t}_c - \bar{t}_{c2} = 4,02 - 3,55 = 0,47 \text{ (сут)}$$

Примечание. Может возникнуть ситуация, когда при наличии помех от какого-либо фактора простои от него, определенные по предложенной методике, будут равны нулю. Это происходит в том случае, если данный фактор влечет за собой появление другого фактора, вероятность возникновения которого не меньше вероятности рассматриваемого. Тогда любые меры по устранению воздействия первого фактора на обслуживание судов не приведут к сокращению простоев.

В рассматриваемом примере, если бы вероятность помех от волнения была не больше вероятности помех от ветров и/или направлений ( $P_B \leq P_{\text{вет.ю}}$ ), то вероятность суммы этих событий была бы равна величине  $P_{\text{вет.ю}}$ , так как:

$$\min(P_B; P_{\text{вет.ю}})_{P_B \leq P_{\text{вет.ю}}} = P_B,$$

отсюда

$$P_{\text{пю}} = P_{\text{вет.ю}} + P_B - \min(P_B; P_{\text{вет.ю}})_{P_B \leq P_{\text{вет.ю}}} = P_{\text{вет.ю}}.$$

Таким образом, уменьшение вероятности помех от волнения за счет строительства мола или волнолома в данном случае не привело бы к сокращению простоев флота.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4  
(справочное)

П Е Р Е Ч Е Н Ь

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

СНП 2.06.04-82	Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)
<u>П 58-76</u> ВНТП	Руководство по определению нагрузок и воздействий на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)
РД 31.31.37-78	Нормы технологического проектирования морских портов. Основные положения Указания по компоновке морских портов. - М.: Рекламно-формбиро ЦЛБ, 1975. - 124 с.
РД 31.03.01-80	Технико-экономические характеристики судов морского флота
РД 31.33.03-81	Руководство по определению влияния ветра и волн на условия обработки судов при проектировании морских портов

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Общие положения.....	<u>2</u>
2. Определение допустимых гидрометеорологических условий при обслуживании судов.....	<u>4</u>
3. 2.1. Ветро-волновые условия при швартовке и стоянке ошвартованных судов.....	<u>4</u>
2.2. Допустимые гидрометеосостояния при выполнении грузовых операций.....	<u>6</u>
2.3. Определение режимных характеристик гидрометеорологических помех.....	<u>9</u>
3. Определение стояночного времени судов и эффек- тивного варианта причала с учетом гидрометеороло- гических помех.....	<u>11</u>
3.1. Расчет стояночного времени судов.....	<u>11</u>
3.2. Определение эффективных эксплуатационных характеристик причала.....	<u>17</u>
Приложение I (справочное). Допускаемые по условиям безопасности амплитуды колебаний судна при производстве грузовых работ.....	<u>19</u>
Приложение 2 (рекомендуемое). Рекомендации по расчету усилий в швартовах под действием ветра на ЭРМ "Искра-1256".....	<u>20</u>
Приложение 3 (справочное). Пример расчета стояночного времени судов с учетом помех.....	<u>46</u>
Приложение 4 (справочное). Перечень использованных нормативно-технических документов.....	<u>53</u>