МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА

РУКОВОДСТВО

ПО РАСЧЕТУ ПРОСТОЕВ СУДОВ В ПОРТУ ИЗ-ЗА НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ВОЛНОВЫХ УСЛОВИЙ. РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.

РД 31. 33. 06 – 86

Москва – 1986

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА

РУКОВОДСТВО

ПО РАСЧЕТУ ПРОСТОЕВ СУДОВ В ПОРТУ ИЗ-ЗА НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ВОЛНОВЫХ УСЛОВИЙ.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.

РД 31. 33. 06 – 86

Москва–1986

Разработано Государственным проектно-изыскательским и научно-исследовательским институтом морского транспорта "Союзморниипроект"

Директор Союзморниипроекта,
д.т.н., проф. Костюков В.Д.

Руководитель темы:
д.ф.-м.н., проф. Крылов Ю.М.

Исполнитель: к.т.н. Дугинов Б.А.

Утверждено Главным инженером Союзморниипроекта т. Ильницким Ю.А.

РУКОВОДСТВО ПО РАСЧЁТУ ПРОСТОЕВ СУДОВ В ПОРТУ ИЗ-ЗА НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ВОЛНОВЫХ УСЛОВИЙ. РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.

РД 31.33.06-86

Вводится впервые

Срок введения в действие установлен с 01.04.86

Руководство устанавливает методику и порядок расчета простоев судов в морских портах из-за действия ветровых волн и низкочастотных колебаний, вызывающих явление тягуна.

РД рекомендуется для применения при проектировании оградительных сооружений морских портов и технико-экономическом сопоставлении вариантов компоновки их акваторий.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Исходной информацией для расчета простоев судов в морских портах являются:

а) режимные функции элементов ветровых волн на подходах к порту и на акватории порта;

б) типы, водоизмещение и размеры судов, обслуживаемых у причалов порта;

в) среднее количество судов, обслуживаемых у причалов порта за определенный период;

г) среднее время обработки судов у причала;

д) технические характеристики отбойных устройств причалов;

е) схема компоновки и размеры порта.

I.2. Характеристики режима ветровых волн, необходимые для расчёта простоев судов, согласно СТП II2-09.I3-84, рекомендуется определять в результате выполнения следующих работ:

а) инженерно-теоретических расчетов;

б) натурных измерений;

в) лабораторных исследований.

Инженерно-теоретические расчеты базируются на нормативных документах, регламентирующих параметры волн в зависимости от волнообразующих факторов. Данные инженерно-теоретических расчётов волновых характеристик следует проверять по результатам натурных измерений и лабораторных исследований.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ НЕБЛАГОПРИЯТНОЙ ВОЛНОВОЙ СИТУАЦИИ, ВЫЗЫВАЮЩЕЙ ПРОСТОИ СУДОВ В МОРСКИХ ПОРТАХ

2.I. Вероятность неблагоприятной волновой ситуации, при которой невозможно выполнение различных операций с судном на портовой акватории, следует определять как долю времени рассматриваемого периода t, сут., в течение которого волновые условия не позволяют проводить таких операций. Эта вероятность определяется в зависимости от допустимых значений параметров ветровых волн и низкочастотных колебаний и режимных функций элементов волн на подходах и на акватории морских портов.

2.2. Допустимые значения параметров ветровых волн и низкочастотных колебаний необходимо устанавливать для следующих видов операций с судном на портовой акватории:

а) швартовные операции;

б) стоянка ошвартованного судна при действии на него волнения;

в) грузовые операции.

2.3. Допустимые для безопасного выполнения швартовных операций элементы ветровых волн - среднюю в системе волн высоту $\bar{h}$, м, при среднем периоде $\bar{T}$, с, - на акватории следует определять по графику рис.I в зависимости от водоизмещения судна $\mathcal{D}$, тыс.т., РД 3I.33.03-8I.

2.4. Допустимые для безопасной стоянки ошвартованных судов значения элементов ветровых волн у причалов необходимо определять по графику рис.2 в зависимости от водоизмещения судна при рассматриваемой его загрузке и допустимых значений деформации отбойных устройств Δ_0, м, определяемых по паспортным характеристикам этих устройств.

В соответствии с ориентацией причала относительно фронта набегающих волн, найденные значения высот волн следует умножать на коэффициент K_φ, определяемый по таблице I в зависимости от отношения длины расчетного судна L_{II}, м, к средней длине волн $\bar{\lambda}$, м.

Таблица I

Угол между фронтом волн и диаметральной плоскостью судна φ, град:	Коэффициент K_φ в зависимости от величины $L_{II}/\bar{\lambda}$					
	I,0	2,0	4,0	6,0	8,0	I0,0
0	I,0	I,0	I,0	I,0	I,0	I,0
30	I,2	I,2	I,3	I,5	I,8	2,0
60	I,3	I,5	I,7	2,0	2,3	2,3
90	I,5	I,8	2,0	2,2	2,5	2,5

2.5. Допустимые для безопасного выполнения грузовых операций значения элементов ветровых волн у причалов следует определять при помощи графиков рис.3,а,б, в зависимости от водоизмещения судна при рассматриваемой его загрузке и допустимых горизонтальных

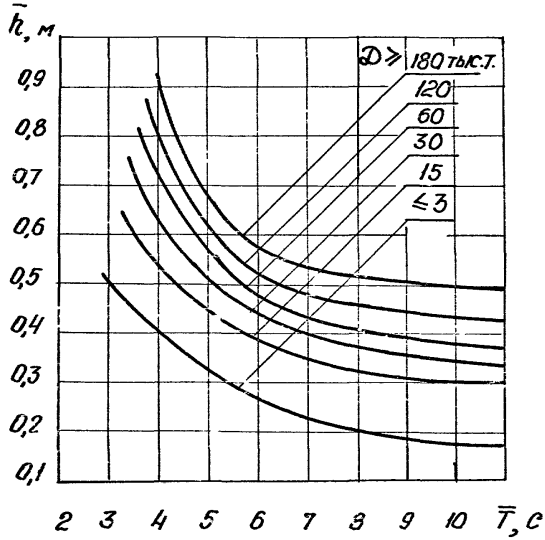


Рис.I. График для определения значений элементов ветровых волн, допустимых при выполнении швартовных операций (для судов, швартующихся в балласте, вводится коэффициент равный 0,75)

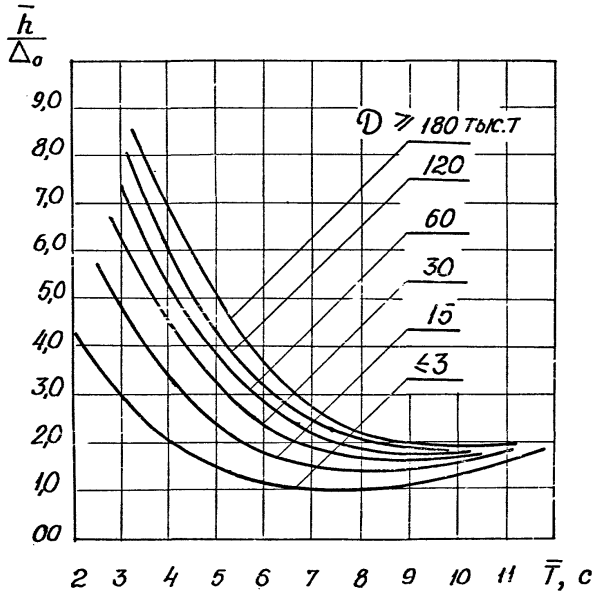


Рис.2. График для определения значений элементов ветровых волн, допустимых для безопасной стоянки ошвартованных судов.

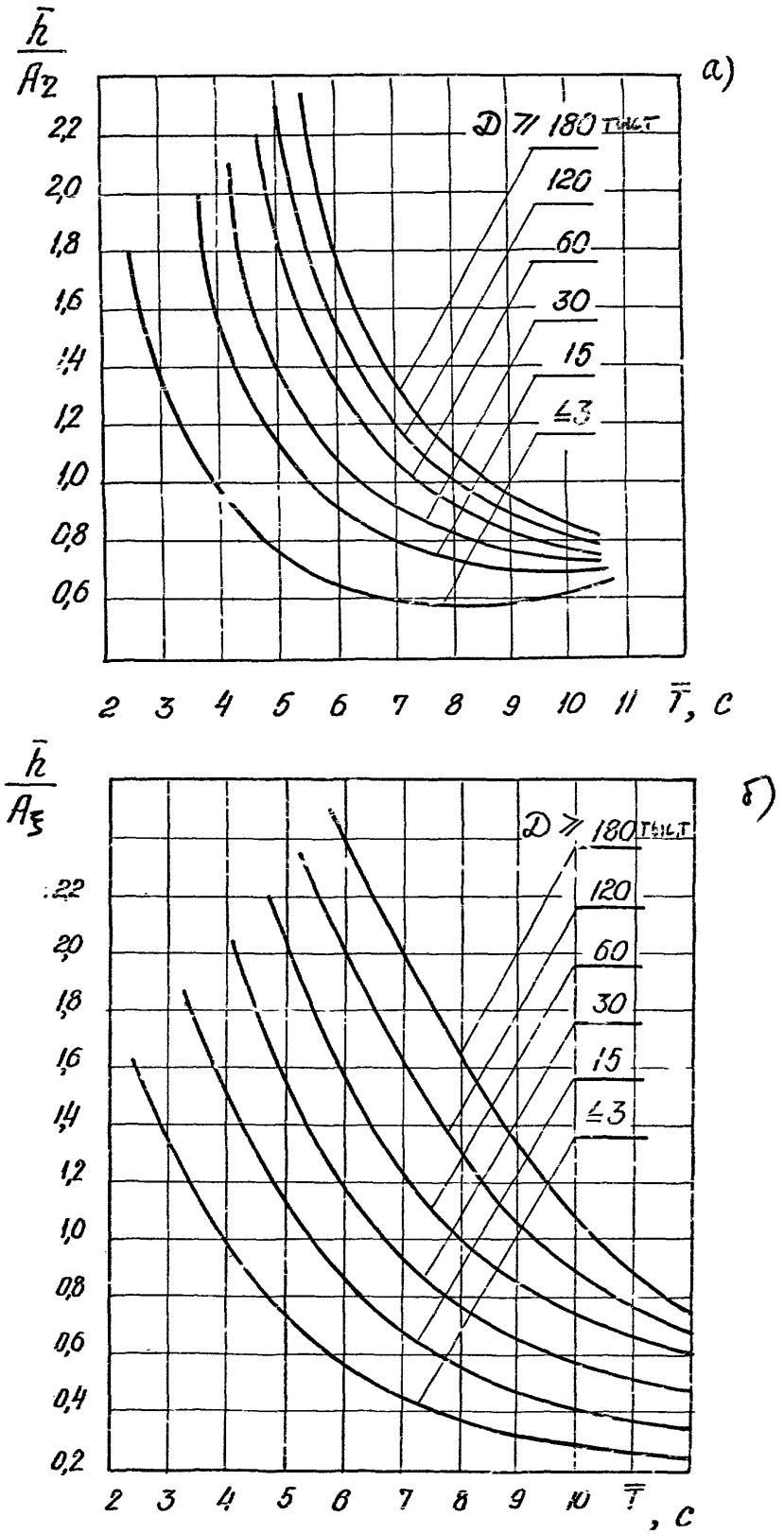


Рис.3. Графики для определения значений элементов ветровых волн, допустимых для безопасного выполнения грузовых операций.

A_η , м, и вертикальных A_ξ , м, средних амплитуд нерегулярных колебаний борта судна, которые рекомендуется принимать в соответствии с Приложением 2.

2.6. Допустимые для безопасного выполнения швартовных операций, а также для безопасной стоянки ошвартованных судов, значения средних высот низкочастотных колебаний $\bar{h}_c$, м, акватории порта с периодами $\bar{T}_c$, с, от 30 до 150 с следует принимать не более 0,3 м.

2.7. Допустимые для безопасного выполнения грузовых операций значения средних высот низкочастотных колебаний $\bar{h}_c$ акватории порта с периодами $\bar{T}_c$ от 30 до 150 с следует принимать не более 0,2 м.

2.8. Режим элементов низкочастотных колебаний масс воды на подходах и на акватории порта необходимо определять на основе режимных сведений об элементах ветровых волн $\bar{h}$ и $\bar{T}$ на подходах к порту и о размерах и форме портовой акватории.

Повторяемость элементов низкочастотных колебаний в режимном плане следует принимать равной повторяемости соответствующих элементов ветровых волн.

2.9. Среднюю высоту $\bar{h}_{н.ч}$, м, и средний период $\bar{T}_{н.ч}$, с, низкочастотных колебаний масс воды на подходах к порту в узкой прибрежной зоне глубоководного моря следует определять по РД 31.33.02-81:

$$\bar{h}_{н.ч} = 11 \frac{\bar{h}^2}{g \bar{T}^2} ; \qquad (2.1)$$

$$\bar{T}_{н.ч} = 12 \bar{T} , \qquad (2.2)$$

при разгонах более 100 км и устойчивых ветрах, продолжительностью более 10 часов со скоростями более 15 м/с; где g - ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с^2.

2.10. Элементы низкочастотных колебаний на подходах к порту в широкой прибрежной зоне (уклоны дна менее 0,001) при глубине d, м, следует вычислять по формулам:

$$\bar{h}_{н.ч} = 11 \frac{\bar{h}^2}{g\bar{T}^2} f\left(d/g\bar{T}^2\right); \qquad (2.3)$$

$$\bar{T}_{н.ч} = 12\,\bar{T}, \qquad (2.4)$$

где значения функции $f\left(d/g\bar{T}^2\right)$ следует определять по графику рис.4.

2.11. Среднюю высоту низкочастотных колебаний (сейш) акватории порта $\bar{h}_c$, м, следует определять по формуле:

$$\bar{h}_c = R_н \cdot \bar{h}_{н.ч}, \qquad (2.5)$$

где $R_н$ – коэффициент усиления нерегулярных низкочастотных колебаний.

2.12. Коэффициент усиления $R_н$ следует устанавливать из соотношения $R_н/R_R$, определяемого из графика рис.5 в зависимости от резонансного коэффициента усиления R_R и отношения резонансного периода акватории порта T_R, с, к периоду $\bar{T}_{н.ч}$.

2.13. Средний период низкочастотных колебаний акватории порта $\bar{T}_c$ следует принимать равным резонансному периоду T_R и определять по формуле:

$$\bar{T}_c = T_R = \frac{2\pi}{K_R\sqrt{gd}}, \qquad (2.6)$$

где K_R – резонансное волновое число, $м^{-1}$.

2.14. Резонансное волновое число K_R и резонансный коэффициент усиления R_R для портовых акваторий, очертания которых близки к прямоугольным, следует принимать для заданных геометрических параметров огражденной акватории порта l_1/l_2 и

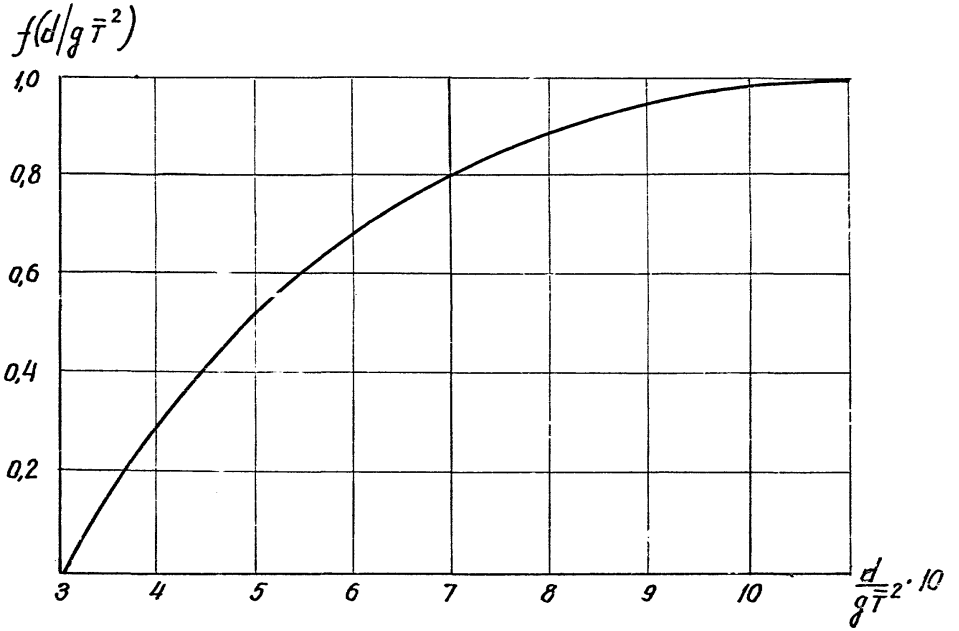


Рис.4. График для определения значений функции $f(d/g\bar{T}^2)$

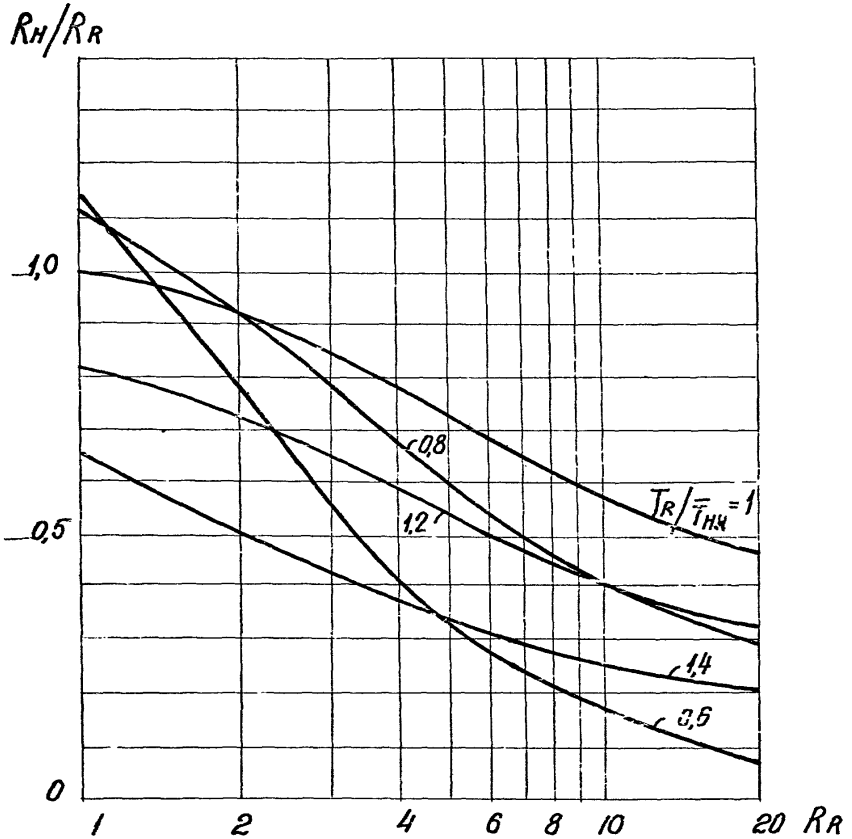


Рис.5. График для определения значений коэффициента усиления нерегулярных низкочастотных колебаний масс воды в порту.

l_2/l_3 в соответствии со схемой и графиком рис.6, где l_1 - ширина входа в порт, м; l_2, l_3 - размеры акватории порта в плане, м.

3. РАСЧЕТ ПРОСТОЕВ И ВЕРОЯТНОСТИ АВАРИЙ СУДОВ В МОРСКИХ ПОРТАХ ИЗ-ЗА НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ВОЛНОВЫХ УСЛОВИЙ

3.I. Расчёт простоев судов в порту из-за ветровых волн и низкочастотных колебаний

3.I.I. Простои судов, вызванные неблагоприятными волновыми условиями, возникают у причалов при прекращении грузовых операций и на рейде - при невозможности швартовки судна к причалу. Общее количество простоев судов следует определять как сумму простоев на рейде и у причалов.

3.I.2. Простой судов у одного причала или у группы равноценных по типу и защищенности причалов - $П_п$, судосут., следует определять по РД 3I.33.03-8I:

$$П_п = \frac{K_{зан.}}{K_{нет.}} P_п(t_в) \cdot t \cdot K \qquad (3.I)$$

где $P_п(t_в)$ - вероятность неблагоприятной волновой ситуации, при которой невозможно выполнять грузовые операции;

$K_{зан.}$ - коэффициент занятости причала;

$K_{нет.}$ - используемый в нормах технологического проектирования коэффициент использования бюджета рабочего времени причала по волновым условиям;

K - количество взаимозаменяемых причалов;

t - продолжительность рассматриваемого периода, сут.

3.I.3. Коэффициент занятости каждого из K взаимозаменяемых причалов следует определять по формуле:

$$K_{зан.} = \frac{N \cdot \bar{t}_{об.}}{t \cdot K}, \qquad (3.2)$$

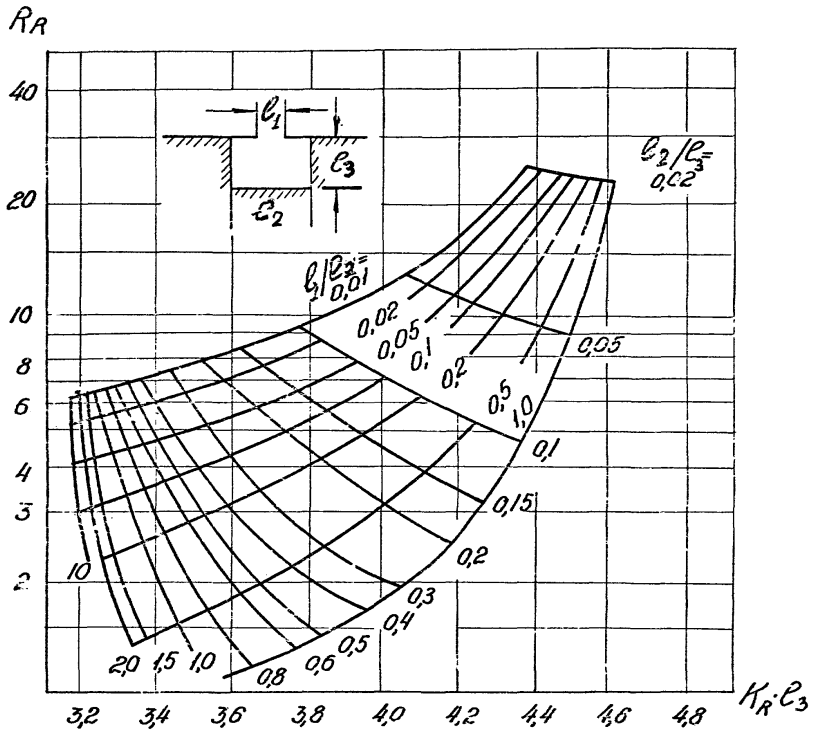


Рис.6. График для определения резонансного волнового числа K_R и резонансного коэффициента усиления R_R для акватории прямоугольной формы.

где N - число судов, обслуживаемых у K взаимозаменяемых причалов за период длительностью t ;

$\bar{t}_{об}$ - среднее время обработки судов у причала, сут., определяется в соответствии с рекомендациями Норм технологического проектирования морских портов.

3.I.4. Простой судов на рейде из-за неблагоприятных волновых условий - $П_р$, судосут., следует определять по формуле:

$$П_р = P_р(tв) \cdot N \cdot \bar{t}в + P_р(tв) \cdot n_р \cdot t + (n_р - n) \cdot t \left(1 - P_р(tв)\right), \quad (3.3)$$

где $P_р(tв)$ - вероятность неблагоприятной волновой ситуации ($нвс$), при которой невозможно выполнять швартовные операции;

$\bar{t}в$ - средняя продолжительность $нвс$ на рейде, сут., в случае отсутствия данных о продолжительности $нвс$ допускается принимать $\bar{t}в$ = 0,5 сут.;

$n_р$ - среднее число судов на рейде с учетом влияния $нвс$.

Значение $n_р$ при условии $K_{зан} + P_р(tв) < 0{,}95$ определяется по формуле:

$$n_р = \frac{1}{1 - P_р(tв)} \left[\frac{K_{зан} \cdot P_р(tв) \cdot N \cdot \bar{t}в}{(1 - K_{зан}) K_{нет} \cdot t} + n' \left(1 - \frac{P_р(tв)}{1 - K_{зан}}\right)\right], \quad (3.4)$$

где n - среднее число судов на рейде в очереди из-за неравномерного подхода судов;

n' - среднее число судов, ожидающих освобождения причала в периоды отсутствия $нвс$ и очереди судов после $нвс$.

Значения n и n' следует определять по таблице 2 в зависимости от количества взаимозаменяемых причалов K .

Таблица 2

K	I	2	3	4
n	$\frac{\varphi a^2}{1-a}$	$\frac{\varphi a^3}{4-a^2}$	$\frac{\varphi a^4}{8+6a-a^2-a^3}$	$\frac{\varphi a^5}{96+48a+6a^2-2a^3-a^4}$
n'	$\frac{\varphi a_1^2}{1-a_1}$	$\frac{\varphi a_1^3}{4-a_1^2}$	$\frac{\varphi a_1^4}{8+6a_1-a_1^2-a_1^3}$	$\frac{\varphi a_1^5}{96+48a_1+6a_1^2-2a_1^3-a_1^4}$

В таблице 2 обозначено: $a = K \cdot K_{зан}$; $a_1 = a / K_{нет}$, φ – коэффициент, учитывающий влияние закона распределения длительности обслуживания судна у причала.

В соответствии с Нормами технологического проектирования морских портов для всех судов, кроме балкеров, $\varphi = 0{,}55$. Для балкеров $\varphi = 0{,}625$. Допускается при наличии соответствующего обоснования уточнять значение φ в пределах от 0,5 до I,0.

3.2. Определение вероятности аварий судов в морских портах из-за неблагоприятных волновых условий

3.2.I. Вероятность $P(t)$ возникновения аварий судов в течение времени t, сут. работы морского порта из-за неблагоприятных волновых условий допускается определять по формуле:

$$P(t) = 1 - \exp(-qt), \qquad (3.5)$$

где q – вероятность того, что в порту произойдет авария в единицу времени из-за неблагоприятных волновых условий, допускается для крупного порта принимать $q = 0{,}0001$ аварий/сут.

ПРИЛОЖЕНИЕ I
справочное

Обозначения

t – продолжительность рассматриваемого периода времени, сут.;

$\bar{h}$ – средняя высота ветровых волн, м;

$\bar{T}$ – средний период ветровых волн, с;

$\bar{\lambda}$ – средняя длина ветровых волн, м;

$\mathcal{D}$ – водоизмещение судна, тыс.т;

Δ_0 – допустимое значение деформации отбойных устройств, м;

ψ – угол между фронтом волн и диаметральной плоскостью ошвартованного судна, град;

K_ψ – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние ориентации причала относительно фронта набегающих волн на величину допустимых для безопасной стоянки ошвартованных судов значений высот ветровых волн;

L_{II} – длина расчетного судна, м;

A_η – допустимая средняя амплитуда нерегулярных горизонтальных колебаний борта судна при выполнении грузовых операций, м;

A_ζ – допустимая средняя амплитуда нерегулярных вертикальных колебаний борта судна при выполнении грузовых операций, м;

$\bar{h}_c$ – средняя высота низкочастотных колебаний акватории порта, м;

$\bar{T}_c$ – средний период низкочастотных колебаний акватории порта, с;

$\bar{h}_{н.ч}$ – средняя высота низкочастотных колебаний воды на подходах к порту, м;

$\bar{T}_{н.ч}$ – средний период низкочастотных колебаний воды на подходах к порту, с;

g – ускорение свободного падения, м/с^2;

d – глубина моря, м;

$R_н$ – коэффициент усиления нерегулярных низкочастотных колебаний на акватории порта;

R_R – резонансный коэффициент усиления регулярных волн на акватории порта;

T_R – резонансный период колебаний портовой акватории, с;

K_R – резонансное волновое число портовой акватории, $м^{-I}$;

l_1 – ширина входа в порт, м;

l_2, l_3 – соответственно ширина и длина порта, м;

$П_п$ – простой судов у причалов порта, судосут.;

$нвс$ – неблагоприятная волновая ситуация;

$P_п(tв)$ – вероятность $нвс$, при которой невозможно выполнять грузовые операции;

$K_{зан}$ – коэффициент занятости причала;

$K_{нег}$ – коэффициент использования бюджета рабочего времени причала по волновым условиям;

K – количество взаимозаменяемых причалов;

N – число судов, обслуживаемых на K взаимозаменяемых причалах за период длительностью t;

$\bar{t}_{об}$ – среднее время обработки судна у причала, сут.;

$П_р$ – простой судов на рейде, судосут.;

$P_р(tв)$ – вероятность $нвс$, при которой невозможно выполнять швартовные операции;

$\bar{t}_в$ – средняя продолжительность $нвс$ на рейде, сут.;

$n_р$ – среднее число судов на рейде с учетом влияния $нвс$;

n' – среднее число судов, ожидающих освобождения причала в периоды отсутствия $нвс$ и очереди судов после $нвс$;

n – среднее число судов на рейде в очереди из-за неравномерного подхода судов;

a, a_1 - параметры, численно равные среднему количеству судов, находящихся под обработкой на K взаимозаменяемых причалах соответственно без учета и с учетом влияния $нвс$;

φ - коэффициент, определяющий влияние распределения длительности обслуживания судна у причала на величины n и n' ;

$P(t)$ - вероятность безаварийной работы порта в течение времени t ;

q - вероятность события, при котором в порту произойдет авария в единицу времени, аварий/сут;

F - обеспеченность элементов волн в режиме, %.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

рекомендуемое

Допустимые для нормальных технологических условий выполнения грузовых работ амплитуды колебаний судна

В случае отсутствия обоснованных специальными расчетами или техническими данными по перегрузочным машинам и устройствам требований к ограничению перемещений ошвартованного судна при производстве грузовых работ, рекомендуется принимать следующие значения допустимых амплитуд колебаний судна в поперечно-горизонтальном A_η и вертикальном A_ζ направлениях:

а) $A_\eta \leq 0{,}12$ м – для контейнеровозов ячеистого типа;

б) $A_\eta \leq 0{,}20$ м и $A_\zeta \leq 0{,}10$ м – для контейнеровозов комбинированного типа, лесовозов и сухогрузных судов общего назначения при работе с длинномерным или крупногабаритным палубным грузом, металлом и лесом в связках и пакетах;

в) $A_\zeta \leq 0{,}10$ м – при операциях с тяжеловесами;

г) $A_\zeta \leq 0{,}5$ м – при обработке судов "ро-ро";

д) $A_\eta \leq 0{,}5$ м и $A_\zeta \leq 0{,}3$ м – для сухогрузных судов общего назначения при операциях с генеральным (парно-штучным) грузом при участии малой механизации и работе людей в трюме;

е) $A_\eta \leq 0{,}5$ м – то же, во время погрузки мешковых грузов в трюмы без участия людей;

ж) при обработке танкеров амплитуды перемещений не ограничиваются, определение допустимых значений элементов ветровых волн для стоянки судна производится только с учетом силового взаимодействия танкера с причалом.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

справочное

Примеры расчета

I. Определение простоев судов из-за действия ветровых волн

Требуется рассчитать число простоев судов у причалов I–3 морского порта и на рейде порта, схема которого изображена на рис.7 из-за действия ветровых волн.

Режимные функции элементов ветровых волн у причалов порта при различных направлениях штормового ветра приведены на рис.8. Исходные данные для расчета допустимых по условиям эксплуатации параметров волн в порту представлены в таблице 3.

Таблица 3

Номера причалов	Типы судов	Водоизмещение D, тыс.т	Допустимое значение деформации отбоев Δ_0, м	Допустимые амплитуды колебаний борта судна A_z, м	A_ξ, м
I.	Контейнеровоз СК-2500	62	0,20	0,20	0,10
2,3	Контейнеровоз СК-1200	37	0,20	0,20	0,10

Сведения о количестве судов, обрабатываемых в течение года у причалов, среднем времени их обработки и коэффициенте занятости приведены в таблице 4.

Таблица 4

№ причалов	N/год	$t_{об.}$, сут.	$K_{зан}$
I	56	I,7	0,26
2	49	I,5	0,20
3	51	I,5	0,21

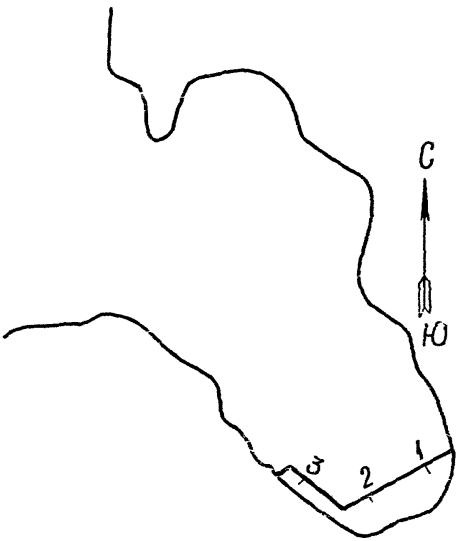


Рис.7. Схема порта.
I-3 - номера причалов.

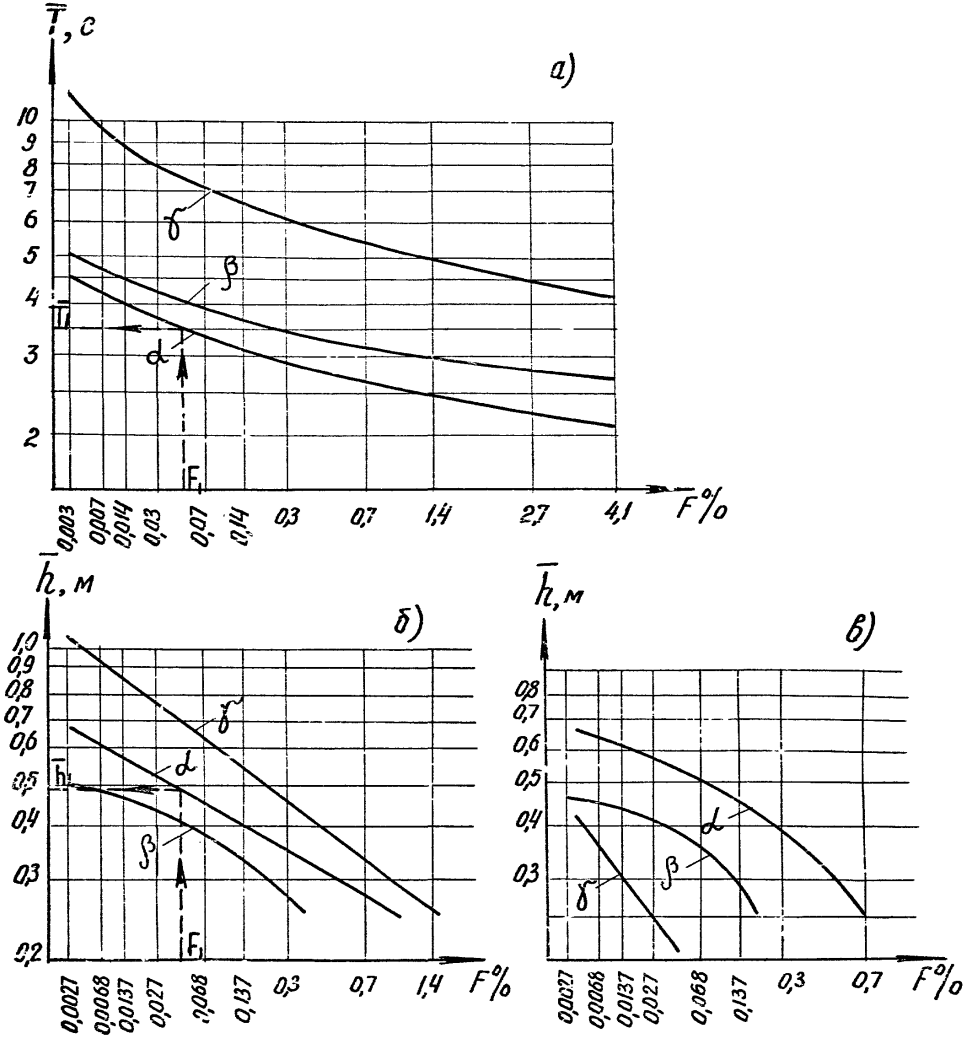


Рис.8. Режимные функции элементов волн у причалов I–2 (а,б) и причала 3 (а,в) при различных направлениях штормового ветра.

α – при СЗ ветре,
β – при Зап ветре,
γ – при ЮЗ ветре.

Решение.

Определим вначале вероятность неблагоприятной волновой ситуации, при которой у причалов порта невозможно выполнять грузовые операции.

По режимным функциям элементов волн (рис.8) устанавливаем связь между средней высотой $\bar{h}_i$ и соответствующей этой высоте средним периодом $\bar{T}_i$ ветрового волнения для любого из рассматриваемого диапазона значений обеспеченности F_i у причала I при СЗ ветре. Для этого, фиксируя какое-либо значение обеспеченности F_1, находим с помощью кривых α на рис.8а и 8б соответствующие значения элементов волн $\bar{T}_1$ и $\bar{h}_1$. Рассматривая другие значения обеспеченности F_i, устанавливаем связь между $\bar{h}_i$ и $\bar{T}_i$ для всего диапазона значений F_i. Аналогичные операции выполняем для волнения при СЗ, Зап и ЮЗ направлениях ветра (рис.8, кривые α, β, γ) у причалов I-3.

На рис.9 пунктиром нанесены кривые, определяющие элементы волн по данным о режиме волнения в районах причалов I-3 при различных направлениях ветра. На том же рисунке сплошными линиями нанесены кривые, определяющие по рекомендациям настоящего РД допустимые параметры волн при швартовке, стоянке и выполнении грузовых операций судов у причалов порта.

С помощью графиков на рис.8-9 определим вероятность неблагоприятных волновых ситуаций, при которых невозможны швартовка, стоянка судов, а также выполнение грузовых операций у причалов порта.

Так, на рис.9а точки пересечения кривых α, β, γ с кривой 4 определяют наименьшие значения элементов волн различных направлений у причала I, при которых невозможно выполнять грузовые операции:

$\bar{T}_1$ = 4,6 с, $\bar{h}_1$ = 0,19 м при ЮЗ ветре;

$\bar{T}_2$ = 3,5 с, $\bar{h}_2$ = 0,30 м при Зап ветре;

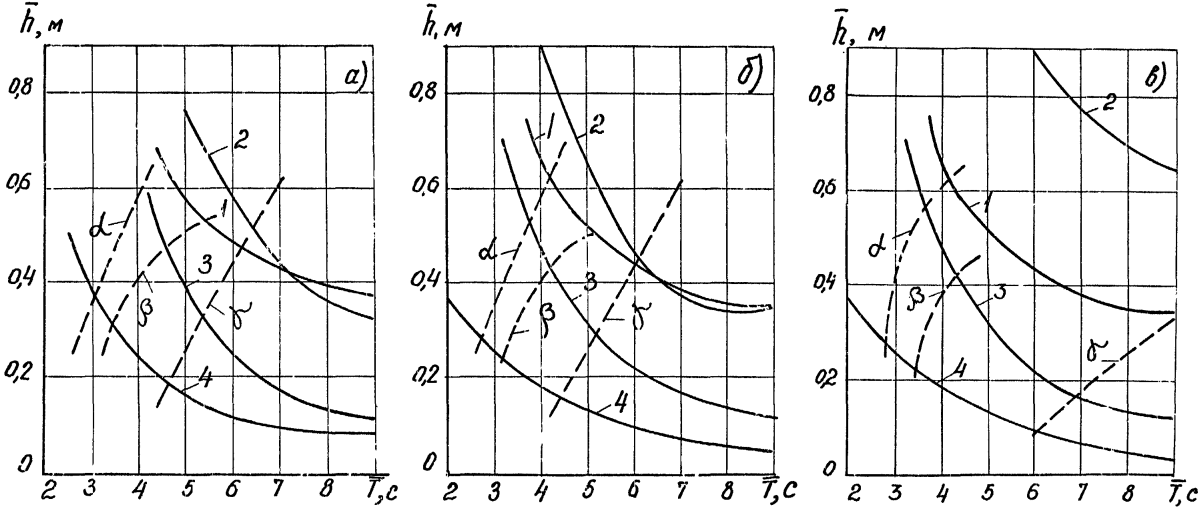


Рис.9. Допустимые по условиям эксплуатации значения элементов волн (сплошные линии) и значения элементов волн по данным о режиме (пунктир).

a – причал I, б – причал 2, в – причал 3;
I – при швартовке; 2 – при стоянке; 3, 4 – при выполнении грузовых операций;
α – при СЗ ветре; β – при Зап ветре; γ – при ЮЗ ветре.

$\bar{T}_3$ = 3,1 с, $\bar{h}_3$ = 0,38 м при СЗ ветре.

Обеспеченность в режимном плане таких элементов волн, согласно кривым α, β, γ на рис.8 (а,б), равна:

P_1 = 2,3% при ЮЗ ветре;

P_2 = 0,2% при $З_{ап}$ ветре;

P_3 = 0,15% при СЗ ветре.

Тогда вероятность возникновения неблагоприятной волновой ситуации от ветров ЮЗ, $З_{ап}$ и СЗ направлений, при которой невозможно производство грузовых операций у причала I, определяется выражением

$$P_п(t_в) = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{100} = 0{,}027.$$

В таблице 5 приведены вычисленные аналогично значения вероятности возникновения $н_в c$ у причалов I–3, при которых невозможны швартовка, стоянка и выполнение грузовых операций.

Таблица 5

Вид операции	Номера причалов		
	1	2	3
швартовка	0,002	0,003	0,00014
стоянка	0,00014	0,0025	0,0000001
выполнение грузовых операций	0,027	0,037	0,009

Простойное время у причалов в течение года из-за действия ветровых волн в судосутках определим по формуле (3.I) (принимаем для данного порта в соответствии с Нормами технологического проектирования $K_{нет}$ = 0,95), используя результаты расчетов величины $P_п(t_в)$ (табл.5).

Для причала I получим:

$$П_п = \frac{0{,}26}{0{,}95} \cdot 0{,}027 \cdot 365 = 2{,}7 \text{ судосут.}$$

Для причала 2:

$$П_п = \frac{0,20}{0,95} \cdot 0,037 \cdot 365 = 2,8 \text{ судосут.}$$

Для причала 3:

$$П_п = \frac{0,21}{0,95} \cdot 0,0009 \cdot 365 = 0,7 \text{ судосут.}$$

Общее время простоев судов из-за ветрового волнения у причалов I–3 равно 6,2 судосуткам в год.

Простойное время судов на рейде определим по формулам (3.3-3.4), используя данные таблиц 4,5.

В результате получим, что простойное время на рейде порта для причала I равно:

$П_р$ = 2,5 судосут/год;

для причала 2:

$П_р$ = I,3 судосут/год;

для причала 3:

$П_р$ = I,35 судосут/год.

Общее время простоев судов на рейде для причалов I–3 равно 5,I5 судосут.

Число простоев судов у причалов порта и на рейде этих причалов из-за действия ветровых волн равно:

$$П = П_п + П_р = 6,2 + 5,I5 = II,35 \text{ судосут/год.}$$

2. Определение простоев судов из-за действия низкочастотных колебаний, вызывающих явление тягуна

Требуется определить количество простоев судов из-за действия низкочастотных колебаний воды у десяти равноценных причалов порта, схема которого изображена на рис.I0. Порт расположен в узкой прибрежной зоне глубокого моря. Глубина акватории порта равна I0м.

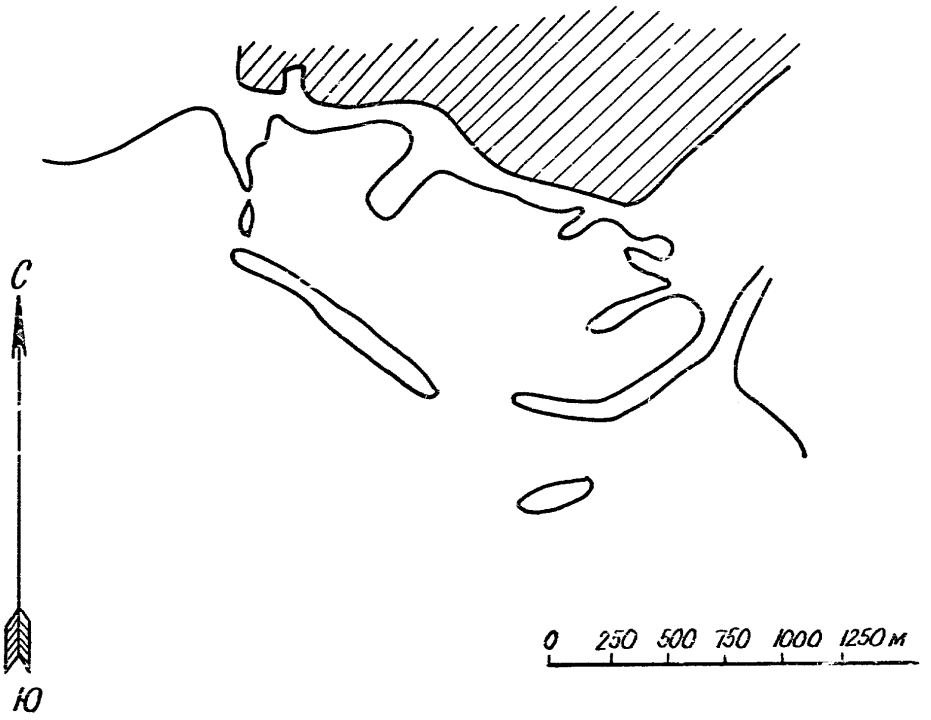


Рис.IO. Схема порта.

На подходах к портовой акватории развиваются низкочастотные колебания (п.2.9 РД). Акваторию порта апроксимируем в виде прямоугольника с размерами: ℓ_1 = 300 м, ℓ_2 = 2800 м, ℓ_3 = 400 м; (рис.6). Коэффициент занятости, который вычисляется по формуле (3.2), для данного примера полагаем для всех причалов порта равным 0,25. Сведения о режиме ветровых волн волноопасного направления на подходах к порту приведены на рис.II.

Решение.

Определим вначале режим низкочастотных колебаний, вызывающих явление тягуна.

Режим низкочастотных колебаний на подходах к порту определим в соответствии с п.2.8 и п.2.9 настоящего РД по формулам (2.I-2.2).

Результаты вычислений режима низкочастотных колебаний приведены на рис.I2.

Режим элементов низкочастотных колебаний в порту (сейш), определим в соответствии с пп.2.II - 2.I4 с помощью формул (2.5-2.6) и графиков на рис.5-6. Результаты расчетов режимных функций представлены на рис.I2. Из рисунка видно, что с обеспеченностью в режиме F , равной I,6%, могут наблюдаться низкочастотные колебания акватории порта, значения элементов которых недопустимы для выполнения грузовых операций ($\bar{h}_c > 20$ см и $\bar{T}_c = 78$ с). Поэтому вероятность штормовой ситуации, при которой у причалов порта невозможно выполнять грузовые операции, равна:

$$P_n(t_в) = \frac{F}{100} = 0{,}0I6.$$

Количество простоев судов у десяти взаимозаменяемых причалов порта из-за действия низкочастотных колебаний определим по формуле (3.I):

$$П_п = \frac{K_{зан}}{K_{нет}} P_n(t_в) \cdot t \cdot K = \frac{0{,}25}{0{,}25} \cdot 0{,}0I6 \cdot 365 \cdot I0 = I5 \text{ судосут/год}.$$

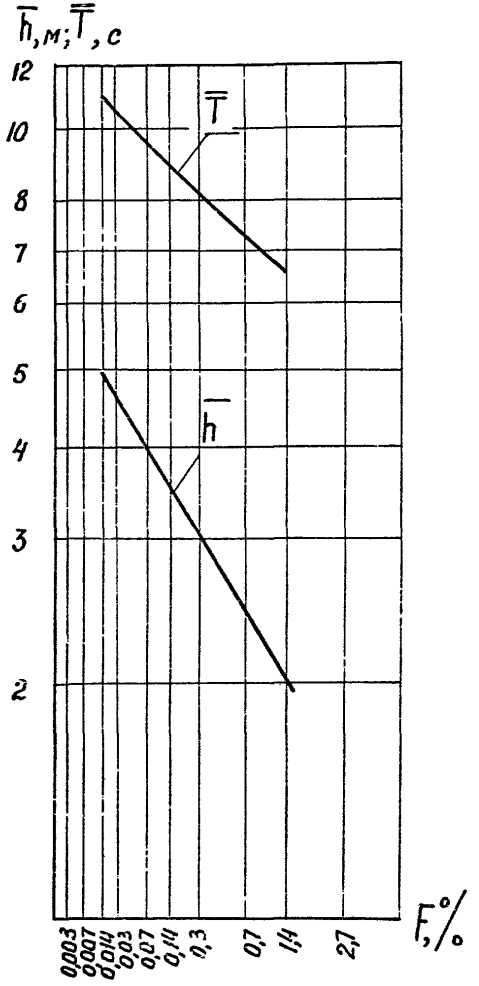


Рис.II. Режимные функции элементов ветровых волн волноопасного направления на подходах к порту.

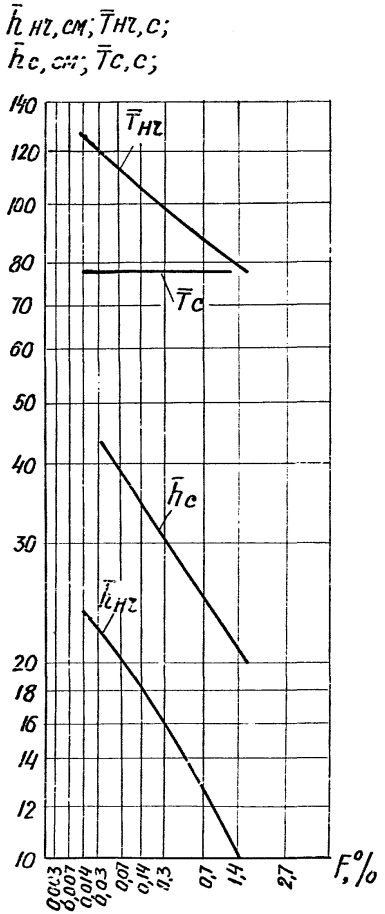


Рис.12. Режимные функции элементов низкочастотных колебаний на подходах и на акватории порта.

3. Определение вероятности аварий судов в морском порту из-за неблагоприятных волновых условий

Необходимо рассчитать вероятность аварии в крупном морском порту в течение 10 лет и 1-го года, в случае, когда причиной аварии являются только неблагоприятные волновые условия.

Решение.

Вероятность аварии в морском порту в течение десяти лет определим по формуле (3.5), принимая значение опасности аварии равным 0,0001:

$$P_{10}(t) = 1 - exp(-0{,}0001 \cdot 10 \cdot 365) = 0{,}31.$$

Вероятность аварии в порту в течение одного года равна:

$$P_1(t) = 1 - exp(-0{,}0001 \cdot 365) = 0{,}04.$$

Вероятность $P_1(t)$ близка к нулю. Это дает возможность считать с достаточным основанием, что в течение года в порту не произойдет аварии из-за неблагоприятных волновых условий.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
справочное

П Е Р Е Ч Е Н Ь
нормативно-технических документов

1. СНиП 2.06.04-82. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов).
2. РД 31.33.02-81. Методические указания по определению ветровых и волновых условий при проектировании морских портов.
3. РД 31.33.03-81. Руководство по определению влияния ветра и волн на условия обработки судов при проектировании морских портов.
4. СТП 112-09.73-84. Комплексная система управления качеством проектирования. Состав и организация работ по определению волновых характеристик для проектирования объектов портового гидротехнического строительства.
5. ВНТП 01-78 Минморфлот . Нормы технологического проектирования морских портов.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 3

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ НЕБЛАГОПРИЯТНОЙ ВОЛНОВОЙ СИТУАЦИИ, ВЫЗЫВАЮЩЕЙ ПРОСТОИ СУДОВ В МОРСКИХ ПОРТАХ 4

3. РАСЧЕТ ПРОСТОЕВ И ВЕРОЯТНОСТИ АВАРИЙ СУДОВ В МОРСКИХ ПОРТАХ ИЗ-ЗА НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ВОЛНОВЫХ УСЛОВИЙ I3

3.I. РАСЧЕТ ПРОСТОЕВ СУДОВ В ПОРТУ ИЗ-ЗА ВЕТРОВЫХ ВОЛН И НИЗКОЧАСТОТНЫХ КОЛЕБАНИЙ I3

3.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ АВАРИЙ СУДОВ В МОРСКИХ ПОРТАХ ИЗ-ЗА НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ВОЛНОВЫХ УСЛОВИЙ I6

ПРИЛОЖЕНИЕ I. Обозначения I7

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Допустимые для нормальных технологических условий выполнения грузовых работ амплитуды колебаний судна 20

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Примеры расчета 2I

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Перечень нормативно-технических документов 33

gost.e-ecolog.ru