

ИНСТРУКТИВНОЕ ПИСЬМО
МИНИСТЕРСТВА МОРСКОГО ФЛОТА СССР
от 14 июля 1988 года
№ 114

НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОРСКИХ КАНАЛОВ

РД 31.31.47-88

Москва 1988



**МИНИСТЕРСТВО
МОРСКОГО ФЛОТА СССР
(МИНМОРФЛОТ СССР)**

Руководителям предприятий,
организаций и учреждений
Минморфлота СССР
(по списку)

14.07.1988 г. № 114

МОСКВА

**С введением в действие Норм
проектирования морских каналов**

Министерством морского флота СССР утвержден руководящий документ РД 31.31.47-88 "Нормы проектирования морских каналов" (приложение)

П Р Е Д Л А Г А Ю:

1. Ввести в действие

с 1.10.88

РД 31.31.47-88 "Нормы проектирования морских каналов"

2. С введением в действие РД 31.31.47-88 считать утратившим силу ВСН 19-70/ММФ "Нормы технологического проектирования морских каналов", утвержденные Минморфлотом СССР 16.09.70 года.

3. Контроль за внедрением РД 31.31.47-88 возложить на Главное управление проектирования и капитального строительства.

Заместитель Министра

Л.П.Недяк

МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА СССР

*Приложение к письму ММФ
от 14.07.1988 г. № 114*

Н О Р М Ы ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОРСКИХ КАНАЛОВ

РД 31.31.47—88

Москва 1988

РАЗРАБОТАНЫ Государственным проектно-исследовательским и научно-
-исследовательским институтом морского транспорта
"Сюморморниипроект"
Одесским филиалом
"Черноморниипроект"

Главный инженер	В.М.Таран
начальник сектора стандартизации и метрологии	И.С.Вулихман
руководитель разработки	д.т.н. В.Г.Широшмченко
исполнители:	Б.Т.Соколов к.т.н. Г.д.Шурашский М.А.Краснова к.т.н. В.л.Шенсис

Одесским институтом инженеров морского флота

проректор	д.т.н. П.С.Никеров
Исполнители:	д.т.н. А.Л.Воробьев к.т.н. Э.В.Коханов

СОГЛАСОВАНЫ Минводхозом СССР

письмо от 27.II.86 № 60-ОІ-20/9422

НОРМЫ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОРСКИХ
КАНАЛОВ

РД 31.31.47-88

Взамен ВСН 19-70/ММ

Вводится в действие
с 1 октября 1988 г.

Настоящие нормы разработаны в развитие раздела "Каналы" СНиП 2.06.01-86 "Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования", полностью согласуются с рекомендациями по назначению оптимального режима проводки судов на морских каналах РД 31.63.03-86 и распространяются на проектирование новых и реконструкцию существующих морских каналов, кроме каналов, предназначенных для движения судов или плавучих объектов специального назначения. В этих случаях допускается, при соответствующем обосновании, применение отдельных положений и методов расчета, предусмотренных нормами.

Критерием определения размеров морского канала принята навигационная безопасность движения судов.

I. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАНАЛА

I.1. Исходные данные должны включать:

сведения о размерениях расчетного судна; сведения о планируемом судопотоке; характеристики естественных условий района прокладки трассы канала; величины ущерба водным, биологическим ресурсам и рыбным запасам от строительства и эксплуатации канала.

I.2. В качестве расчетного судна может быть принято конкретное или условное судно. Сведения о нем должны включать:

D - водоизмещение, т;

T - осадка судна на ровном киле без хода в воде стандартной плотности ($\rho = 1025 \text{ кг/м}^3$), м;

B - ширина по миделю, м;

L - длина между перпендикулярами, м;

$A = \frac{A_{\text{н}}}{A_{\text{п}}}$ - отношение площадей парусности надводного и подводного бортов.

В основу размерений условного судна берется величина осадки, остальные элементы определяются в зависимости от типа судна по формулам:

$$D = 36 T^3; \quad B = tT; \quad L = cT, \quad (1)$$

где c, t - коэффициенты, определяемые по табл. I;

$$A = 1,2 \frac{H}{T}, \quad (2)$$

где H - высота надводного борта, м.

Таблица I

Коэффициент	Т и п с у д н а									
	Универсальное	Лихтеровоз	Танкер	Газовоз	Комбинированное	Морской паром	Контейнеровоз	Лесовоз	Пассажирское	Углерудовоз
t	3,3	3,5	2,6	3,0	2,4	3,6	3,2	2,4	4,0	2,7
c	17,5	18,2	17,5	16,5	15,5	19,5	17,8	17,5	20,1	17,2

I.3. Сведения о планируемом судопотоке должны включать:
 количество судопроходов в год и среднесуточный судопоток в течение месяца с наибольшим судооборотом;

состав судопотока по типам судов, их размерениям и количеству.

I.4. Характеристики естественных условий должны включать:
 планы акваторий трассируемого канала и прилегающей территории;
 литологические разрезы по намечаемым вариантам трасс канала с характеристиками грунтов;

элементы метеорологического режима не менее, чем за 12 лет, включающие данные повторяемости ветров по скорости, направлению и их продолжительности;

сведения о характере течений; их направлении и скорости;

режимные функции высот волн 3% обеспеченности в системе, по восьми румбам;

график обеспеченности ежесуточных уровней воды;

среднегодовую метеорологическую дальность видимости и преобладающий для данного района коэффициент прозрачности атмосферы с повторяемостью не менее 65%;

продолжительность ледового периода;

сведения о динамике берега и интенсивности движения наносов.

I.5. Оценка ущерба водным, биологическим ресурсам и рыбным запасам должна определяться на стадии технико-экономического обоснования проекта канала и учитывать:

характеристику загрязненности извлекаемых грунтов по химическим и биологическим показателям;

состояние среды кормовой базы и ихтиофауны в районе дампинга;

оценку отрицательного влияния дноуглубления и дампинга на окружающую среду;

мероприятия по предотвращению и снижению ущерба;

мероприятия по компенсации неустраняемого ущерба.

2. ТРАССИРОВКА КАНАЛА

2.1. Трасса канала должна быть проложена так, чтобы затраты на ее строительство и эксплуатационные расходы были минимальными.

2.2. При анализе предполагаемых затрат необходимо учитывать:

а) объемы извлекаемого грунта при строительстве канала по формуле:

$$V = \sum_1^{n_u} h_i (b + h_i \operatorname{ctg} \varphi) l_i, \quad (3)$$

где h_i - средняя величина глубины прорези на участке, м;

b - проектная ширина канала, м;

φ - угол наклона откоса к горизонту, град.;

l_i - длина участка канала, м;

n_u - количество участков,

б) объемы ремонтного дноуглубления в зависимости от заносимости канала при различных вариантах трассы;

в) сравнительную производительность дноуглубительных снарядов в зависимости от вида грунта;

г) зависимость размеров канала от гидрометеорологических факторов;

д) зависимость ширины канала от расстановки знаков ведущих створов.

2.3. Длина канала l_k определяется его направлением, естественным рельефом дна и расчетной навигационной глубиной.

2.4. Трасса канала должна быть проложена так, чтобы строительство канала и его эксплуатация удовлетворяли требованиям природоохранных органов (согласована с органами водо- и рыбоохранны Минводхоза СССР и Минрыбхоза СССР на стадии подготовки предпроектной документации).

3. ГЛУБИНА КАНАЛА

3.1. Отсчетный уровень глубины проектируемого канала назначается с обеспеченностью от 98 до 99,5 % в соответствии с табл. 2 п. 12.5 СНиП 2.06.01-86, где входным аргументом является разность уровней 50% обеспеченности $H_{50\%}$ и минимально наблюдаемого уровня H_{min} .

При реконструкции действующих каналов допускается, при соответствующем обосновании, сохранять ранее принятый отсчетный уровень глубины.

Приведение навигационной глубины при назначенной обеспеченности уровня к нулю глубин морской навигационной карты производится по формуле

$$d_c = d_n + \Delta H, \quad (4)$$

где d_c - глубина, указанная на карте, м;

ΔH - разность абсолютных значений назначенного отсчетного уровня и уровня принятого на морской навигационной карте, м;

d_n - навигационная глубина, м.

Соответственно изменяется и проектная глубина d

Примечания: 1. Глубины на морских навигационных картах приведены для безливных морей к среднему многолетнему уровню, то есть имеют 50% обеспеченность; для морей с приливо-отливными явлениями - к наинизшему теоретическому уровню, подразумевающему только астрономические факторы.

2. При $(H_{50\%} - H_{min}) > 1,40$ м, отсчетный уровень глубины должен быть таким, чтобы обеспечивался пропуск планируемого судопотока.

3. В зависимости от интенсивности судоходства отсчетный уровень допускается принимать с обеспеченностью меньшей, чем указано

Поперечные профили судового хода

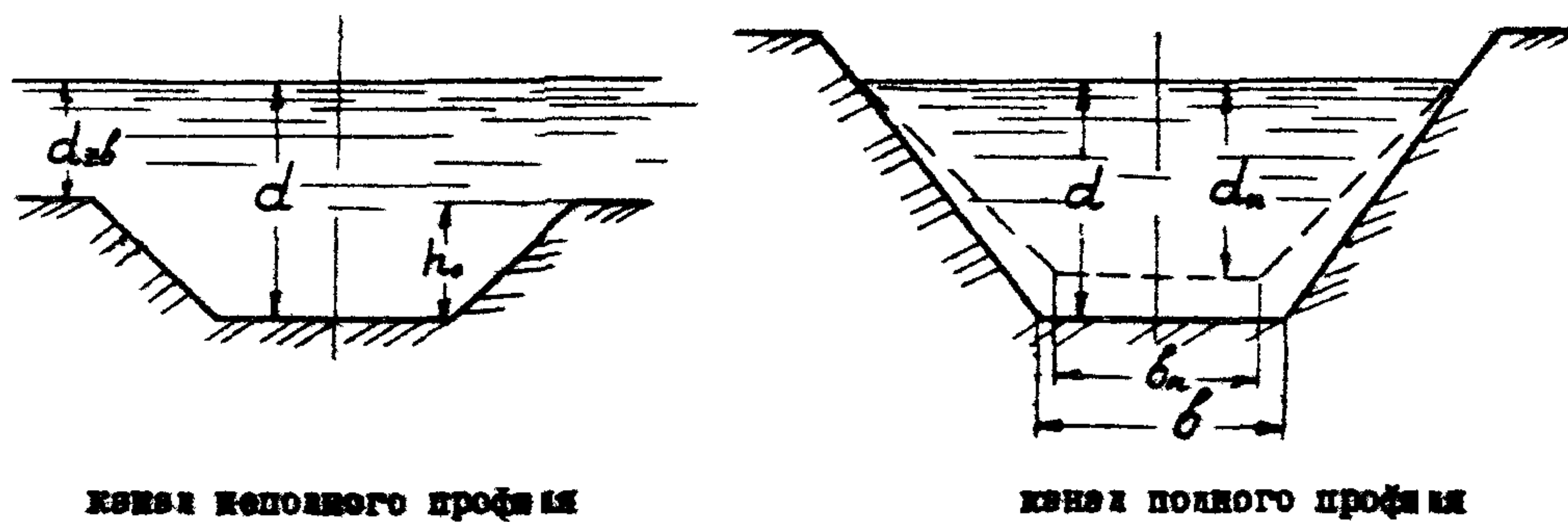


Рис. I

II

в п. 3.1, при обязательном технико-экономическом обосновании, выполняемом в соответствии с рекомендуемым приложением I.

3.2. Навигационная глубина d_n и проектная глубина d (рис. I) канала определяются по формулам:

$$d_n = (T + \Delta T) + \sum Z_{0-3}, \text{ м} \quad (5)$$

$$d = d_n + Z_4, \text{ м} \quad (6)$$

где T - осадка расчетного судна, м ;

ΔT - поправка на изменение осадки расчетного судна при плотности ρ (солености, ‰) воды в районе проектируемого канала, отличающейся от стандартной $\rho = 1025 \text{ кг/м}^3$; величина ΔT определяется по табл. 2;

$\sum Z_{0-3}$ - суммарный навигационный запас глубины, м;

Z_4 - запас глубины на заносимость, м.

Таблица 2

Плотность ρ , кг/м ³	Соленость ‰	ΔT м
1025	32	0,000 T
1020	26	0,004 T
1015	20	0,008 T
1010	13	0,012 T
1005	7	0,016 T
1000	0	0,020 T

Примечание. Грузовая шкала морских судов строится в предположении, что судно плавает в воде стандартной плотности

($\rho = 1025 \text{ кг/м}^3$).

3.3. Суммарный навигационный запас глубины определяется по формуле:

$$\sum Z_{0-3} = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_0, \text{ м} \quad (7)$$

- где Z_1 - минимальный навигационный запас, необходимый для обеспечения управляемости судна, м;
- Z_2 - волновой запас на погружение оконечности судна при волнении, м;
- Z_3 - скоростной запас на изменение осадки судна на ходу на тихой воде по сравнению с осадкой без хода, м;
- Z_0 - запас на крен судна, возникающий от воздействия расчетного ветра и гидродинамических сил на повороте, м,

Определение числа Фруда по длине L , м
и скорости v , уз. расчетного судна

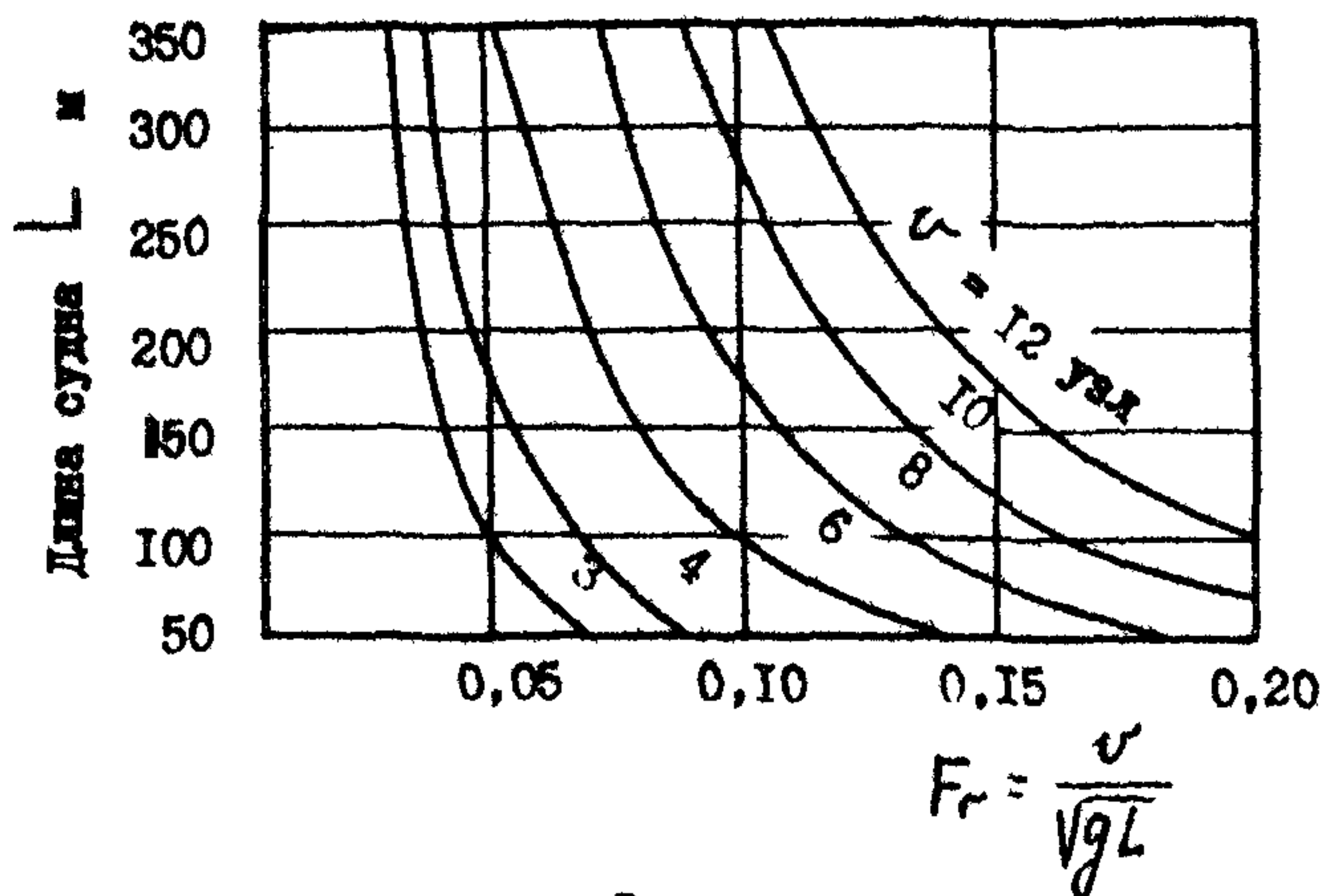


Рис. 2

3.3.1. Минимальный навигационный запас Z_1 , м, определяется

по табл. 3 в зависимости от осадки судна T и вида грунта.

Таблица 3

Грунт дна в интервале между d_n и $(d_n + 0,5)$, м	χ_1 , м
И л	0,04 T
Наносный грунт (песок заиленный, ракуша, гравий)	0,05 T
Плотный слежавшийся грунт (песок, глина, супесь, суглинки, галька)	0,06 T
Скальный грунт, валуны, цементированные породы (песчаники, известняки, мел и др.)	0,07 T

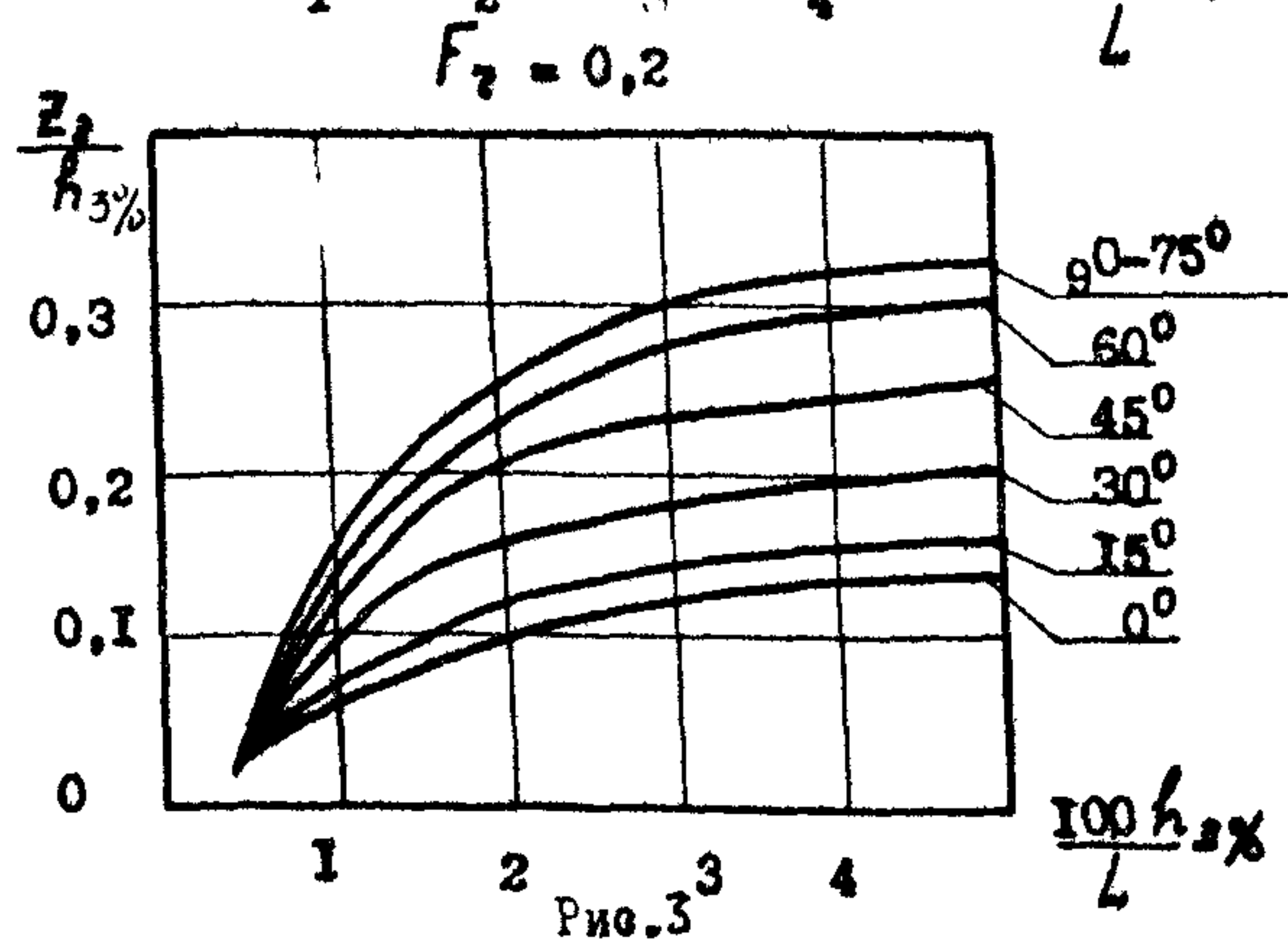
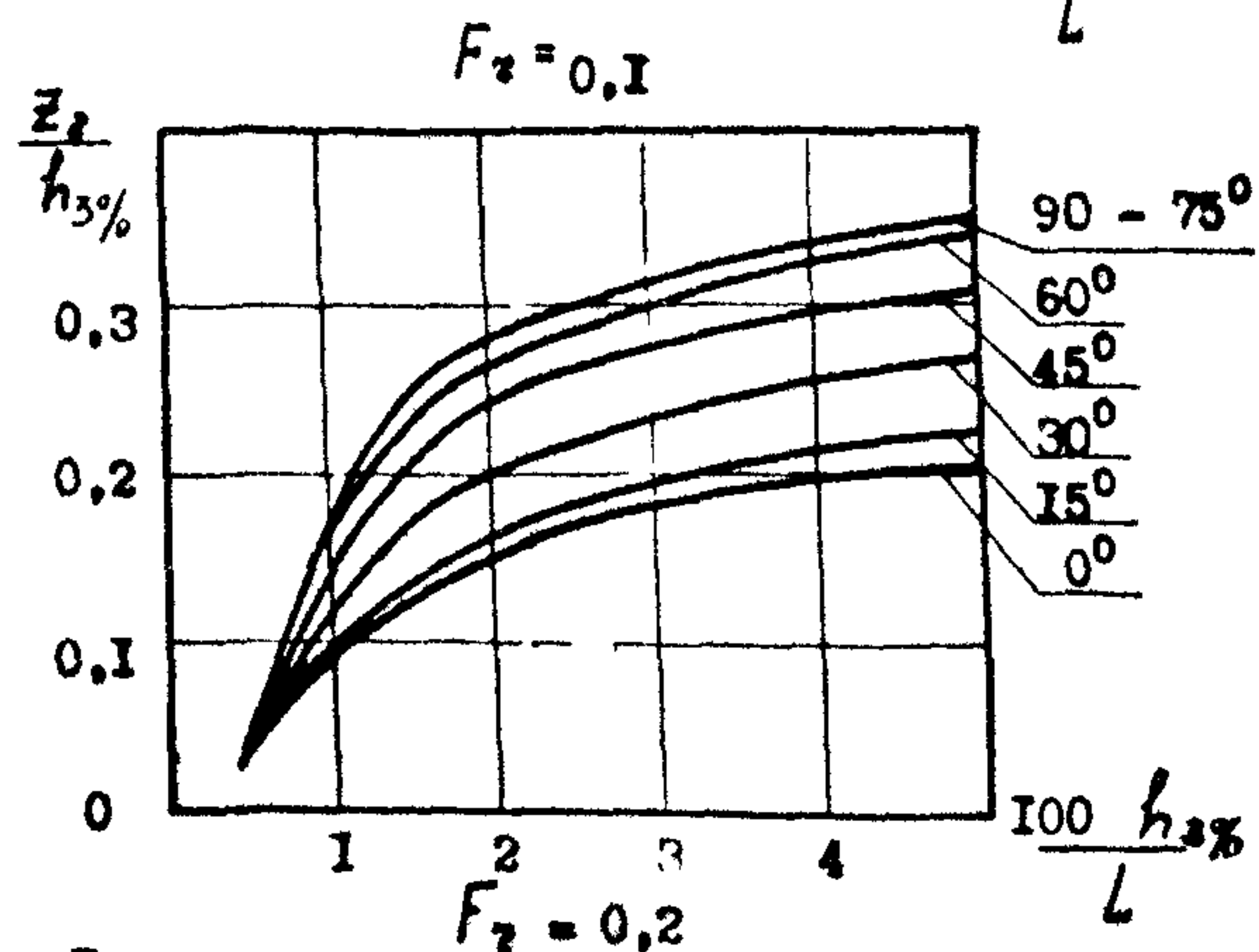
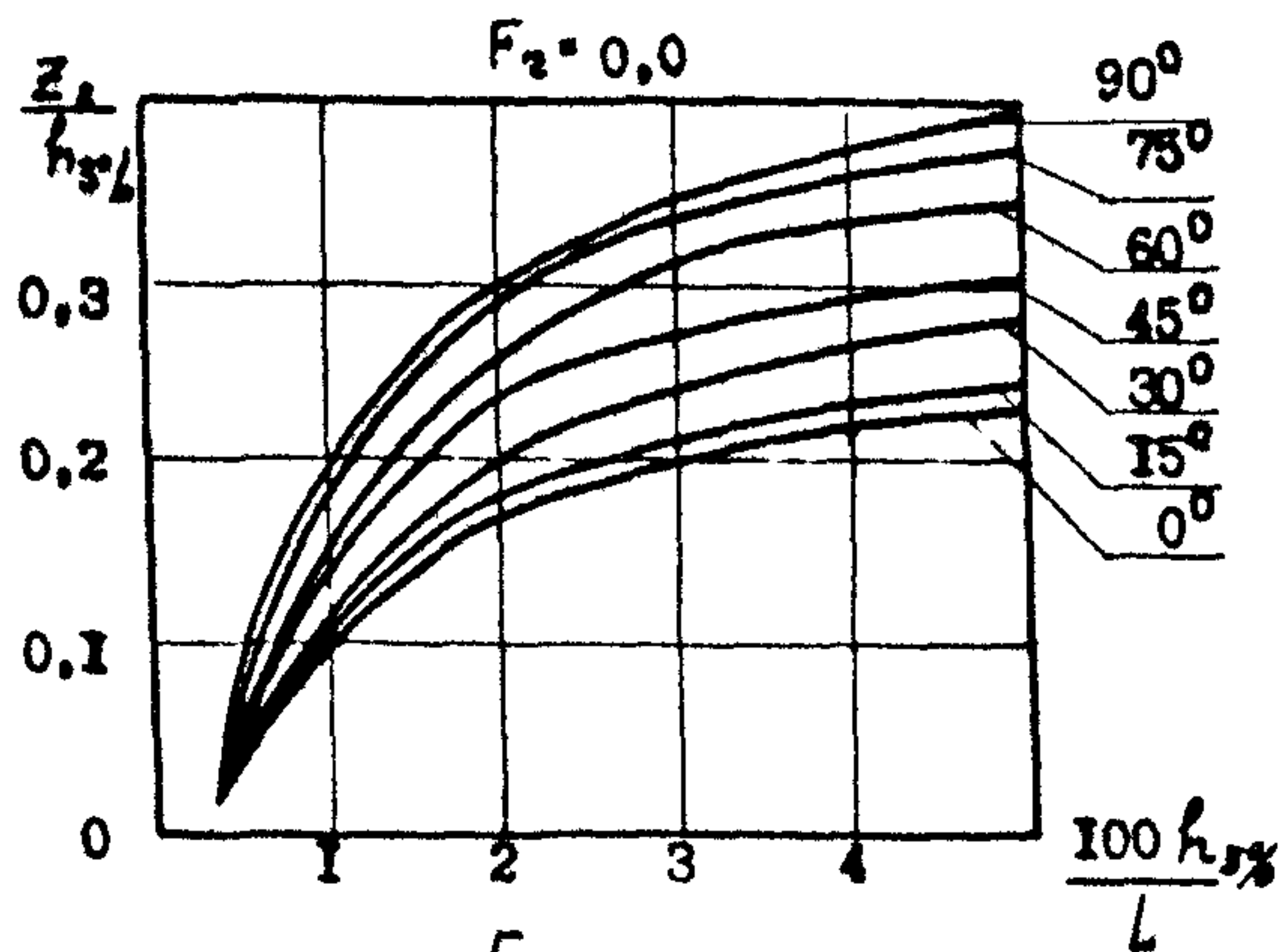
Примечания: 1. При неоднородных грунтах в интервале между d_n и $(d_n + 0,5)$, м в расчет принимается наиболее плотный грунт.

2. При плотном слежавшемся грунте, скальном грунте, грунте с включением валунов и цементированных пород дноуглубительные работы должны заканчиваться проверкой глубины гидрографическим тралением, о чем необходимо указывать в проектно-сметной документации.

3. Для каналов, расположенных севернее параллели $66^{\circ}30'$, а также для Берингова, Охотского морей и Татарского пролива при расчетных судах водоизмещением не более 20 тыс. т необходимо проводить поправку на увеличение осадки судна при обледенении, равную 0,1 м.

3.3.2. Волновой запас χ_2 , м для одиночного и расходящихся судов определяется по графикам на рис. 2, 3 в зависимости от длины расчетного судна L , м, числа гребов $Fz = \frac{v}{\sqrt{gL}}$ и высоты волны 3% обеспеченности в системе волн наиболее опасного направления в районе судового хода при действии расчетного гребя. Расчет ведется по W принятым из условий ураганности

Определение волнового запаса Z_2 .м
при различных углах волнения и числах Фруда Fr



Определение скоростного запаса Z_3 , м на
 мелководье по осадке судна T , м, числу Фруда Fr
 и запасу глубины $\sum z_{1-3}$, м

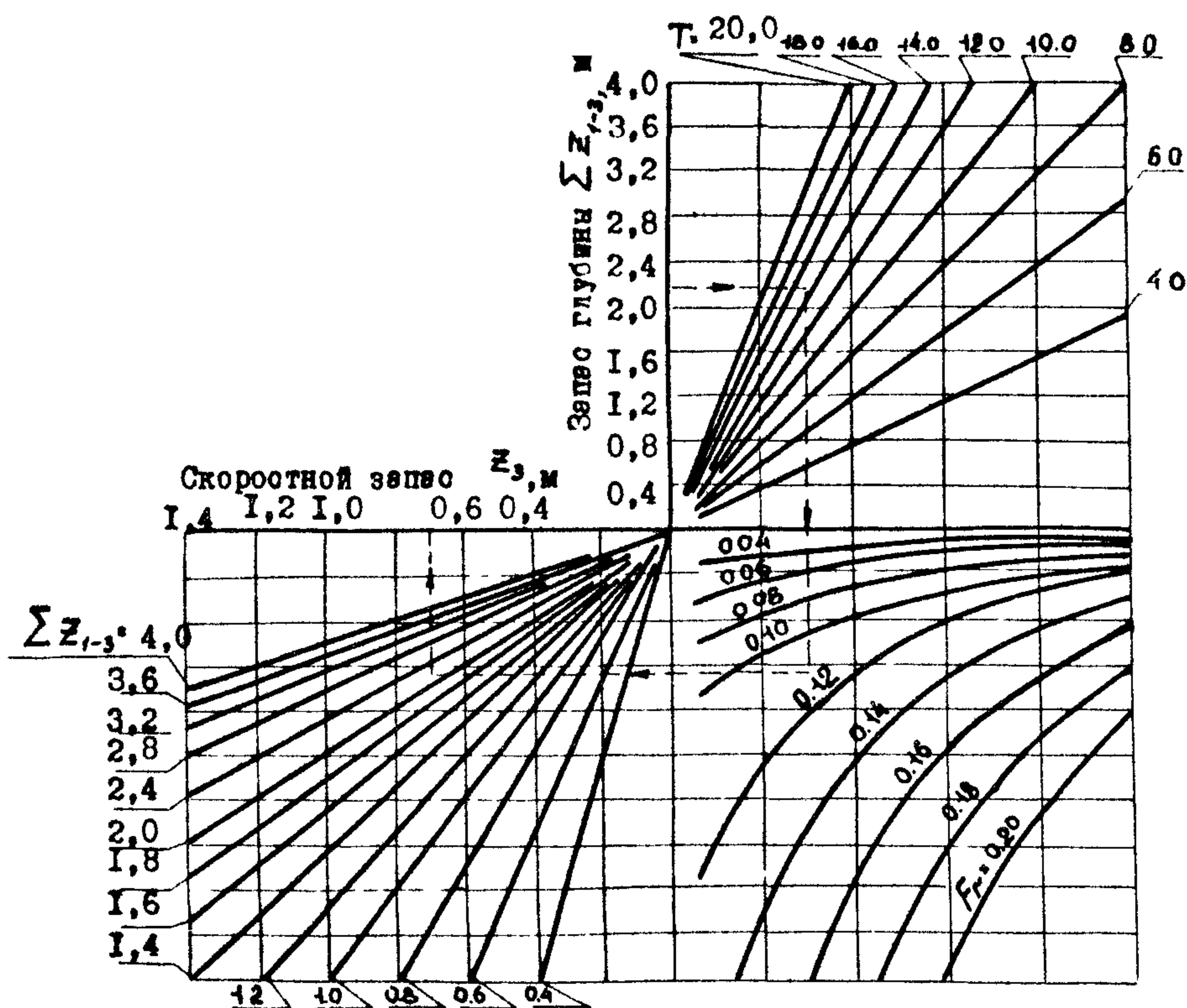


Рис. 4

судна и равняется $5V$. (V выбирается в соответствии с обязательным приложением 2).

3.3.3. Скоростной запас Z_3 , м при движении одиночного судна определяется с помощью графиков рис. 4, 5 и табл. 4:

а) график (черт. 4) служит для определения скоростного запаса при движении судна на мелководье Z_3 . На графике Fz (определяется из рис. 2); $\sum Z_{1-3} = Z_1 + Z_2 + Z'_3$. Z_3 определяется методом последовательных приближений. Величина третьего слагаемого Z'_3 , входящего в $\sum Z_{1-3}$, сначала принимается равной 0,35 и из графика (рис. 4) выбирается Z_3 , затем, найденная Z_3 подставляется в $\sum Z_{1-3}$ вместо 0,35 и вычисления повторяются. Как правило, действия ограничиваются двумя первыми подстановками;

б) график (рис. 5) уточняет величину скоростного запаса для судна, движущегося в каналах неполного профиля. Входным аргументом являются число Фруда Fz и отношение площади сечения условного канала полного профиля, полученного путем продолжения откосов до уровня воды A_k , к площади погруженного миделевого сечения судна A_m . Выбранный из графика рис. 5 коэффициент умножается на Z_3 : $K_1 Z_3$, м;

в) с помощью табл. 4 определяется скоростная поправка глубины для каналов полного профиля. Величина скоростного запаса для мелководья Z_3 умножается на коэффициент K_2 , выбранный из табл. 4, $K_2 Z_3$, м.

Для каналов с двухсторонним движением вычисленное значение скоростного запаса увеличивается на 80 %.

Таблица 4

$\frac{A_k}{A_m}$	6	8	10	12	14	16	18
K_2	1,90	1,68	1,50	1,38	1,27	1,24	1,15

Определение поправочного коэффициента K_1 для
 каналов неполного профиля по числу Фруда
 и отношению площадей A_n/A_m

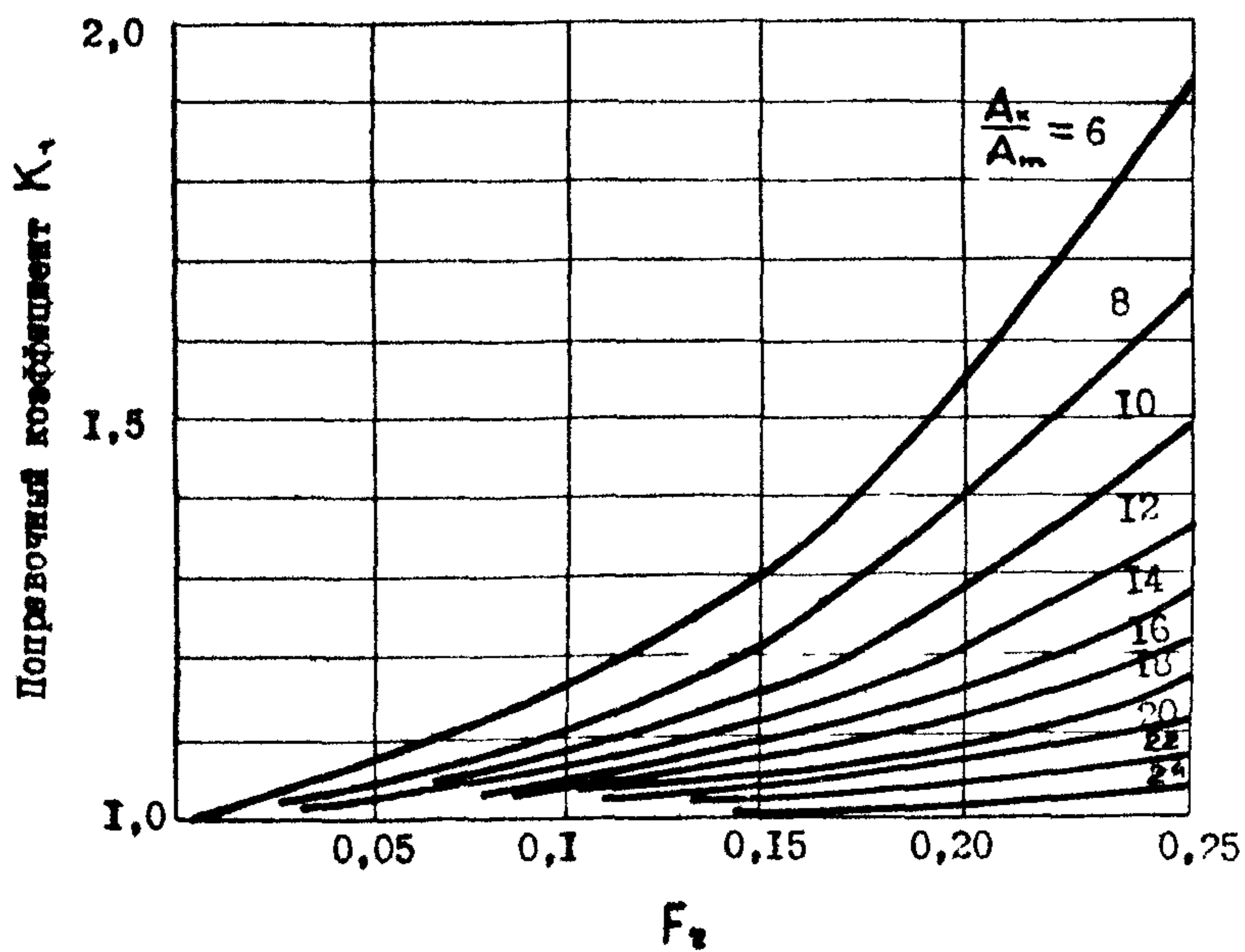


рис. 5.

3.3.4. Запас на крен судна χ_o , м, определяется по формулам:

$$\chi_o = \frac{B}{2} \sin \theta, \text{ м} \quad (8)$$

$$\chi_o = \frac{B}{2} \sin(\theta + \theta_{dn}), \text{ м} \quad (9)$$

где θ - угол крена от ветра, град., выбирается из табл. 5;
 θ_{dn} - динамический угол крена, град., выбирается из табл. 6.

формула (8) применяется при расчетах χ_o , для прямых участков канала, формула (9) - для участков сопряжения колен канала (мест поворота судна).

Таблица 5

Тип судна	Угол крена от ветра θ , град. при скорости расчетного ветра W , м/с				
	9	13	16	19	22
Универсальное, лихтеровоз, газовоз, морской паром	-	I	I	I	2
Контейнеровоз	I	2	3	4	5
Пассажирское	I	3	4	6	8

Таблица 6

Тип судна	Динамический угол крена θ_{dn} , град. при скорости судна V , уз									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Универсальное, лесовоз, контейнеровоз	I	I	2	2	3	4	5	6	7	

Тип судна	Динамический угол крена $\Theta_{дн}$ град. при скорости судна V , уз.								
	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Лихтеровоз, пассажирское, морской паром, газозов	-	-	-	I	I	I	I	2	2
Танкер, комбинированное	-	-	-	-	-	-	I	I	1

Примечания: I. Запас на крен от ветра не учитывается: для танкеров и комбинированных судов; для всех судов при курсовых углах ветра, отличных от $60-90^\circ$.

2. Для лесовозов угол крена на прямых курсах берется постоянным, равным 5° .

3. Местом поворота считается кривая сопряжения колен канала с примыкающими к ней с двух сторон прямолинейными участками, равными длине расчетного судна L , м.

3.3.5. Запас на заносимость λ_4 назначается на основании специальных исследований или подбором обоснованного аналога. Величина λ_4 может быть одинаковой по всему каналу или дифференцированной по его длине в зависимости от интенсивности заносимости различных участков прорези.

4. ШИРИНА КАНАЛА

4.1. Проектная ширина канала для одностороннего движения судов B должна определяться по формулам:

$$B = B_n + \Delta B, \text{ м} \quad (10)$$

$$\Delta B = h_n (\operatorname{ctg} \varphi_1 - \operatorname{ctg} \varphi), \text{ м} \quad (\text{II})$$

где b_n - навигационная ширина канала, м;
 ΔB - запас ширины на заносимость, м;
 h_n - навигационная глубина прогези канала, м;
 φ_1, φ - углы наклона откосов к горизонту к концу межремонтного периода и проектная величина, соответственно.

4.2. Навигационная ширина канала b_n принимается на уровне навигационной глубины d_n и определяется по формуле:

$$b_n = b_m + 2C, \text{ м} \quad (\text{I2})$$

где b_m - ширина маневровой полосы на уровне навигационной глубины, м;

$C = \frac{1}{2} B$ - навигационный запас ширины канала, учитывающий гидродинамическое взаимодействие судна с бровкой канала, м.

4.2.1. Ширина маневровой полосы определяется по формуле:

$$b_m = B \bar{B}_0 K_v K_w K_A K_{vd}, \text{ м} \quad (\text{I3})$$

где B - ширина расчетного судна по миделю, м;
 $\bar{B}_0$ - относительная ширина маневровой полосы, которая определяется по табл. 7 в зависимости от курсового угла истинного ветра φ_w относительно оси канала и проекции вектора скорости течения на направление нормали к оси канала v_q ;

K_v, K_w, K_A, K_{vd} - безразмерные коэффициенты, значения которых определяются по табл. 8, 9, 10, 11.

4.2.2. Модуль проекции вектора скорости течения на направление нормали к оси канала $|v_q|$ должен определяться по формуле:

$$|v_q| = v'_t |\sin \varphi_t|, \text{ м/с} \quad (\text{I4})$$

Таблица 7

$q_w,$ град	Относительная ширина маневровой полосы $\bar{B}_0$, м при v_g , м/с												
	-1,2	-1,0	-0,8	-0,6	-0,4	-0,2	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
0	4,27	3,76	3,34	3,01	2,78	2,65	2,60	2,65	2,78	3,01	3,34	3,76	4,27
30	4,39	3,87	3,46	3,14	2,91	2,79	2,76	2,83	3,00	3,26	3,61	4,07	4,62
45	4,45	3,93	3,51	3,20	2,98	2,86	2,84	2,92	3,10	3,37	3,75	4,23	4,80
60	4,50	4,00	3,57	3,26	3,04	2,93	2,92	3,00	3,20	3,50	3,89	4,38	4,98
90	4,62	4,10	3,69	3,37	3,17	3,07	3,08	3,19	3,41	3,73	4,16	4,70	5,34

Г.С.

где

$$v'_t = \begin{cases} v_t, & \text{при } d_{zb} \geq T \\ v_t \sqrt{d_{zb}/T}, & \text{при } d_{zb} < T, \end{cases} \quad (15)$$

где v_t - скорость течения, м/с; α_{v_t} - курсовой угол течения, град.; d_{zb} - заборочная глубина, м; T - осадка расчетного судна, м.

Примечание. При пользовании формулой (14) и табл. 7, v_q принимается положительным при действии ветра и течения с одного борта и отрицательным в противном случае.

Таблица 8

Скорость судна, v , уз, (м/с)	4 (2,06)	6 (3,09)	8 (4,12)	10 (5,14)	12 (6,17)
K_v	1,18	1,06	1,00	1,01	1,08

Таблица 9

Скорость ветра w , м/с	0	5	10	15	20	25	30
K_w	0,79	0,85	0,89	0,94	1,00	1,05	1,17

Таблица 10

$A = \frac{A_e}{A_c}$	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
K_A	1,00	1,06	1,13	1,19	1,26	1,35	1,46	1,63

Водоизме- щение D тыс. т	5	10	20	40	60	80	100	140	180
K_{vd}	1,48	1,37	1,30	1,15	1,09	1,06	1,03	1,02	1,00

4.2.3. Расчетная скорость ветра w , м/с на уровне центра парусности расчетного судна, с наиболее опасного направления принимается обеспеченностью 3%, но не более величины, определяемой соотношением $w = 5v$, являющимся предельным условием управляемости судна, идущего со скоростью v , м/с.

4.2.4. Расчетная скорость течения v_t принимается максимально наблюдаемая в данном районе, но не более 0,4 величины скорости движения судна, принятой для данного канала.

При отсутствии данных о v_t , ее величина берется как функция расчетного ветра из выражения

$$v_t = \frac{0,013}{\sqrt{\sin \varphi_g}} w, \text{ м/с} \quad (16)$$

где φ_g — географическая широта места, град.;

w — скорость расчетного ветра, м/с.

4.3. Если к моменту проектирования ширины канала известна система средств навигационного оборудования и соответствующая ей точность определения места судна в канале, то ширина маневровой полосы канала b_m , м. определяется в соответствии с обязательным приложением 3.

4.4. Проектная ширина канала, предусматривающего двухстороннее движение судов, определяется из условий расхождения расчетного судна и судна с шириной 0,7 B по формуле:

$$b = b_{m_1} + 0,8b_{m_2} + 3C_1 + C_2 + 4B, \text{ м} \quad (17)$$

СОПРЯЖЕНИЯ КОЛЕН

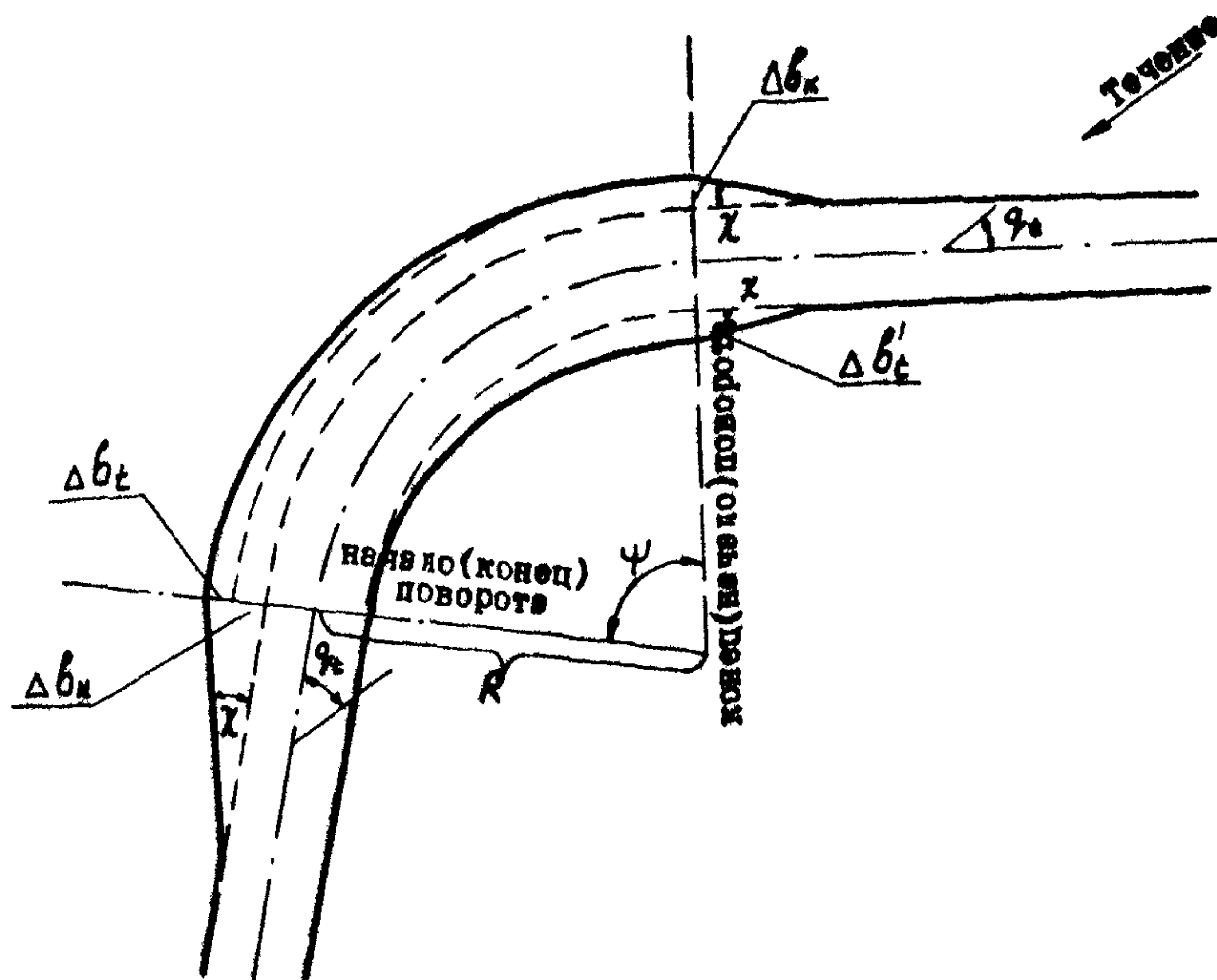


Рис. 6

где индексы 1 и 2 относятся соответственно к большему и меньшему из расходящихся судов.

Примечание. Необходимость строительства канала для одностороннего или двухстороннего движения определяется в соответствии с обязательным приложением 4.

4.5. Величина уширения канала на повороте Δb_k определяется в зависимости от соотношения радиуса закругления канала R и длины расчетного судна L по табл. 12; Δb_k откладывается по нормали к линии движения на внешнюю сторону поворота рис. 6.

Таблица 12

R/L	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\Delta b_k/L$	0,19	0,15	0,13	0,11	0,10	0,08	0,08	0,07	0,06

Примечание. Не рекомендуется принимать $R < 4,5 L$.

4.5.1. При наличии в районе постоянно действующего течения уширение канала на повороте дополнительно увеличивается на Δb_t , рассчитываемую по формуле:

$$\Delta b_t = \Lambda L |\sin q_t|, \quad (18)$$

где q_t - угол между направлением течения и осью прямолинейного участка канала, град. (курсовой угол течения);

Λ - коэффициент, зависящий от угла сопряжения колен канала и соотношения скоростей течения и движения судна $\frac{v_t}{v}$, выбирается из табл. 13.

Δb_t рассчитывается для точек начала и конца поворота. Уширение производится по нормали к линии движения.

Таблица 13

$\frac{v_k}{v}$	Коэффициент Λ при угле сопряжения колен канала Ψ , град.				
	30	45	60	75	90
0,50	1,30	1,96	2,61	3,26	3,92
0,40	1,04	1,57	2,09	2,61	3,13
0,30	0,78	1,17	1,57	1,96	2,35
0,20	0,52	0,78	1,04	1,30	1,57
0,17	0,44	0,67	0,89	1,11	1,33
0,13	0,34	0,51	0,68	0,85	1,02
0,10	0,26	0,39	0,52	0,65	0,78
0,07	0,18	0,27	0,36	0,46	0,55
0,05	0,13	0,20	0,26	0,33	0,39
0,03	0,08	0,12	0,16	0,20	0,23

Угол χ сопряжения уширенной части поворота с прямолинейным участком канала должен быть не более 15° (рис. 6).

Спрямление криволинейных участков делается с таким расчетом, чтобы зона теоретического поворота не была уменьшена.

5. ОТКОСЫ КАНАЛА

5.1. Проектная величина котангенса угла наклона откоса канала к горизонту обеспечивает навигационные габариты канала на весь мекремонтный период и определяется по формуле

$$\operatorname{ctg} \varphi = \frac{\operatorname{ctg} \varphi_1}{a}. \quad (19)$$

где φ_1 — угол наклона откоса к горизонту в процессе формирования прорези канала к концу мекремонтного периода, град.;

a — коэффициент, зависящий от глубины прорези канала; для прорези с глубиной менее 1,5 м коэффициент при-

Определение котангенсов углов наклона откосов

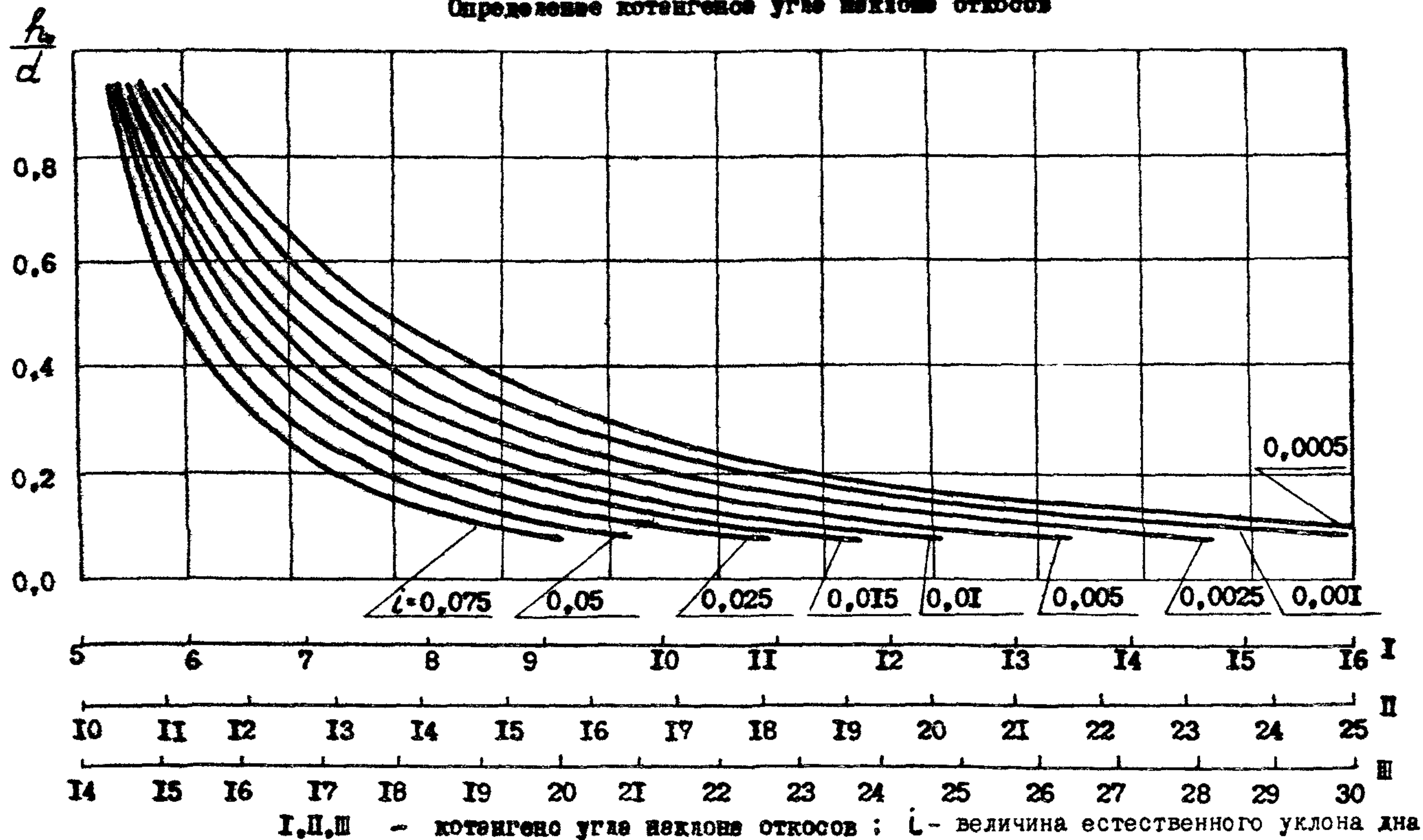
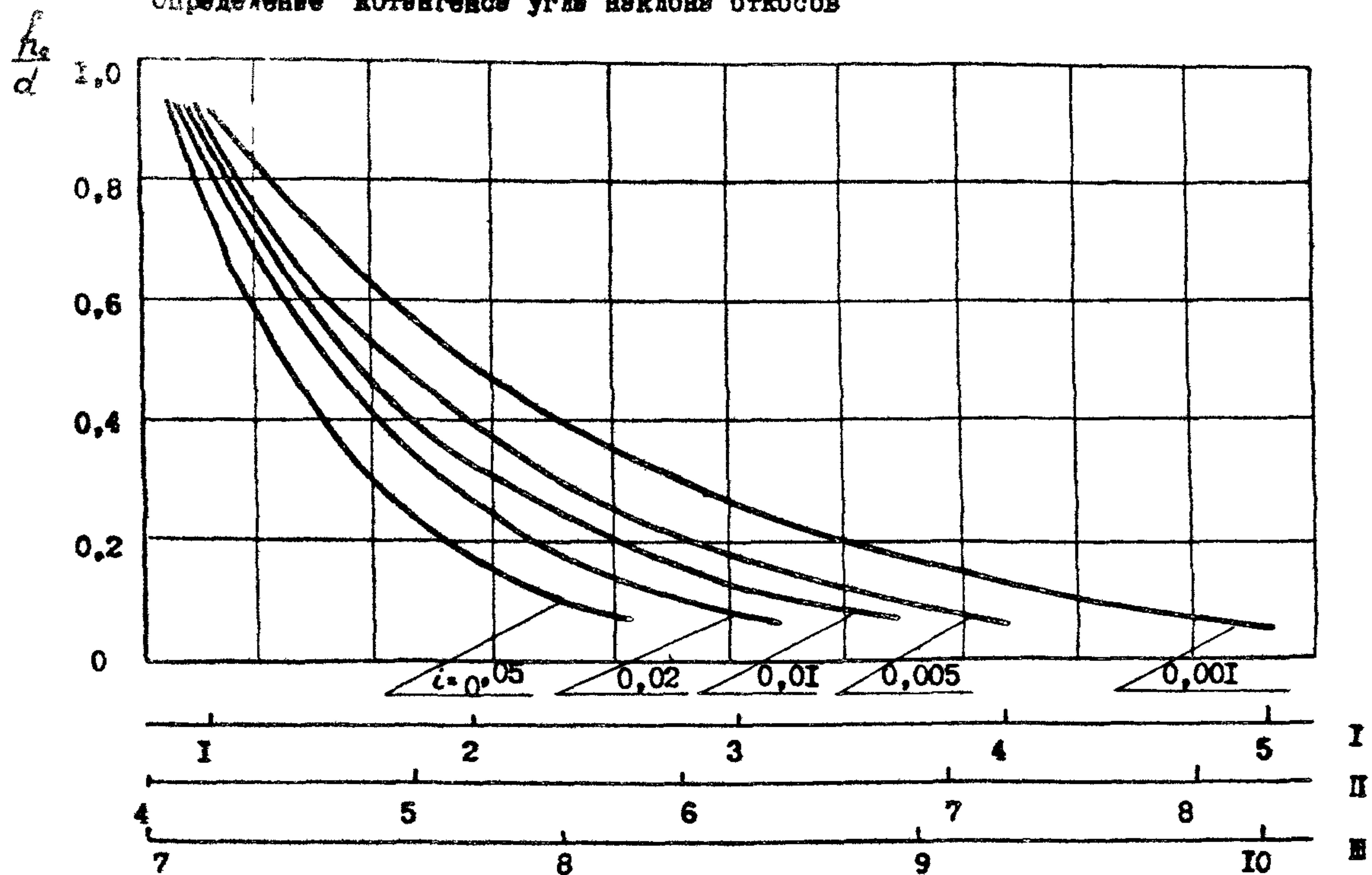


Рис. 7

Определение котангенса угла наклона откосов



I, II, III — котангенс угла наклона откосов ; i — величина естественного уклона дна

Рис. 2

нимается равным 2,0; для прорези с глубиной более 5,0 м коэффициент α принимается равным 1,5; в интервале между этими глубинами коэффициент устанавливается интерполированием в соответствии с табл. 14.

Таблица 14

Глубина прорези h_0 , м	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
α	2,00	1,93	1,86	1,79	1,71	1,64	1,57	1,50

Проектная величина котангенса угла наклона откосов к горизонту назначается с точностью до целого числа.

Примечание. При наличии надежного аналога и для действующих каналов величина котангенса угла наклона откосов принимается по фактическим данным.

5.2. Значение $\text{ctg } \varphi_1$, определяется в зависимости от свойств грунтов, в которых трассирован канал, проектной глубины прорези h_0 и естественного уклона подводного склона моря по графикам рис. 7, 8 в соответствии с табл. 15.

5.3. Для участков канала с глубиной прорези более 10 м необходимо производить проверку проектного откоса на устойчивость.

5.4. Для особых естественных условий и грунтов, не предусмотренных табл. 15, величина $\text{ctg } \varphi_1$ и проектная величина котангенса угла наклона откоса к горизонту определяются специальными исследованиями. Объем и состав исследований устанавливаются соответствующим обоснованием.

Таблица 15

Наименование грунта	Номер чертежа	Номер шкалы чертежа
Суглинки, глины текучепластичные и мягкопластичные, или текучепластичные	7	II
Супеси, суглинки, глины и или текучие	7	III
Супеси пластичные, глины и суглинки тугопластичные, полутвердые и твердые	8	I
Пески пылеватые	7	I
Пески мелкие	8	III
Пески крупные и средней крупности	8	II

МЕТОДИКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБОСНОВАНИЙ
ГАБАРИТОВ ПРОЕКТИРУЕМОГО КАНАЛА

I. При сравнении и анализе проектных вариантов, методика технико-экономических расчетов базируется на сопоставлении затрат на дноуглубительные работы, связанные с увеличением габаритов каналов или повышением обеспеченности отсчетного уровня, и затрат транспортного флота, обусловленных простоем судов в связи с недостаточной глубиной или шириной канала. Оптимальный вариант соответствует минимуму суммарных затрат K , определяемых по формуле:

$$K = \left(\frac{S}{Q} + 0,15 \frac{K_{nd}}{Q t_{exd}} \right) V + \left(\bar{a}_{st} + 0,15 \frac{\bar{K}_{nt}}{\bar{t}_{ext}} \right) m_{gd} \bar{t}_{pz} + \Delta K \quad (\text{п. I. I})$$

где S - суммарные нормативные эксплуатационные расходы судов дноуглубительного флота, занятых на строительстве канала, (определяются по данным планового отдела управления морских путей), р. /сут;

K_{nd} - суммарная нормативная строительная стоимость дноуглубительного флота, определяется согласно прейскуранту на морские дноуглубительные работы, р. ;

Q - суточная производительность каравана, рассчитывается на основе производственных норм на морские дноуглубительные работы (ПНДР), м³/сут;

t_{exd} - продолжительность годового эксплуатационного периода земкаравана, сут;

V - объем дноуглубительных работ по выбранному варианту, м³;

m_{gd} - число проходов по каналу в течение годового эксплу-

ПРИЛОЖЕНИЕ I
(продолжение)

атационного периода судов с осадками, равными и большими, чем осадка, соответствующая данному отсчетному уровню;

$\bar{a}_{st}$ - судосуточные расходы на содержание судов транспортного флота на стоянке без грузовых операций, осредненные по группе из m_{gd} судов, р./сут;

$\bar{K}_{nt}$ - нормативная строительная стоимость судов транспортного флота, осредненная по группе из m_{gd} судов, р.;

$\bar{t}_{ext}$ - средняя продолжительность годового эксплуатационного периода транспортных судов той же группы, сут;

$\bar{t}_{pz}$ - средняя продолжительность простоя судна при рассматриваемых габаритах канала, сут;

ΔK - затраты на природоохранные мероприятия, направленные на предотвращение и снижение ущерба от дноуглубительных работ и дампинга и компенсацию неустраняемого ущерба, руб.

2. Технико-экономическое обоснование отсчетного уровня для неприливных морей выполняется в соответствии с перечисленными ниже методическими рекомендациями:

2.1. По многолетнему графику обеспеченности ежедневных уровней воды выбирается в качестве нижней границы уровень 99%(Н_{99%}) обеспеченности и задается диапазон отсчетных уровней с интервалом 0,1 м, такой, чтобы его верхний предел имел обеспеченность не менее 90%.

2.2. Задается диапазон расчетных осадок T_L с интервалом 0,1 м, причем уровню 99% обеспеченности ставится в соответствие осадка расчетного судна затем для каждой из осадок T_L опреде-

ПРИЛОЖЕНИЕ I
(продолжение)

ляется число судов m_{gd} в судообороте канала, имеющих фактическую осадку T , равную или большую, чем T_i

2.3. Для каждого отсчетного уровня и соответствующей группы из m_{gd} судов вычисляются $\bar{a}_{st_i}$ и K_{nt_i} .

2.4. Средняя продолжительность простоя судов $\bar{t}_{p2}$ рассчитывается по формуле

$$\bar{t}_{p2} = \frac{100 - P_i}{100} \bar{t}_i, \text{ сут.} \quad (\text{П. I. 2})$$

где P_i - обеспеченность i -ого отсчетного уровня, %;

$\bar{t}_i$ - средняя продолжительность интервалов времени, когда i -ый отсчетный уровень не обеспечен, сут;

Величина $\bar{t}_i$ определяется по эмпирической формуле:

$$\bar{t}_i = \frac{1}{0,81 - 0,9(N_{p_{i\%}} - N_{99\%})} \quad (\text{П. I. 3})$$

2.5. При определении величины V учитывается только дополнительный объем дноуглубительных работ, необходимый для перехода к очередному уровню большей обеспеченности. Уровень 99% обеспеченности принимается за уровень сравнения и для него V принимается равным 0. При этом необходимо принимать в расчет и увеличение длины канала, связанное с выходом прорези на большую глубину.

2.6. Расчет затрат по формуле (П. I. I) производится для каждого из уровней назначенного диапазона. В качестве отсчетного принимается уровень той обеспеченности, для которой значение получилось наименьшим.

2.7. Если затраты K все время убывают при переходе к уровням меньшей обеспеченности, расчет должен быть продолжен для обеспеченностей менее 90% до получения уровня с минимальным

значением K

3. Техничко-экономическое обоснование проходного горизонта для морей с приливами выполняется аналогично, при этом:

3.1. Величина $\bar{t}_{pz}$ определяется по табл. П.1.1 в зависимости от отношения уровня проходного горизонта H_{pz} к уровню сизигийного отлива z

Таблица П.1.1

$\frac{H_{pz}}{z}$	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9
$\bar{t}_{pz}, \text{сут}$	0,130	0,098	0,071	0,045	0,022	0,010

3.2. Расчет суммарных затрат производится по формуле (П.1.1) для шести значений $\frac{H_{pz}}{z}$, приведенных в табл. П.1.1. Каждому проходному горизонту ставится в соответствие проходная осадка T_i . Число судов с этой осадкой и величины $\bar{a}_{st}$ и $\bar{K}_{ht}$ рассчитываются, как было указано выше. Оптимальный проходной горизонт выбирается по минимальному значению суммарных затрат.

4. Техничко-экономическое обоснование ширины канала и режима движения судов производится на основе той же формулы (П.1.1). Однако методика определения входящих в нее величин обладает рядом особенностей.

4.1. В качестве базового варианта принимается канал, проектная ширина которого B рассчитана для одностороннего движения расчетного судна. Величина V_0 для базового варианта полагается равной нулю. Каждый следующий вариант канала принимается шире предыдущего на 20 м. Ширина канала для последнего варианта определяется по формуле (17).

Приложение I
(продолжение)

Зависимость средней величины простоя судна от
судооборота m_c для различного времени захода
канала t_k , ч

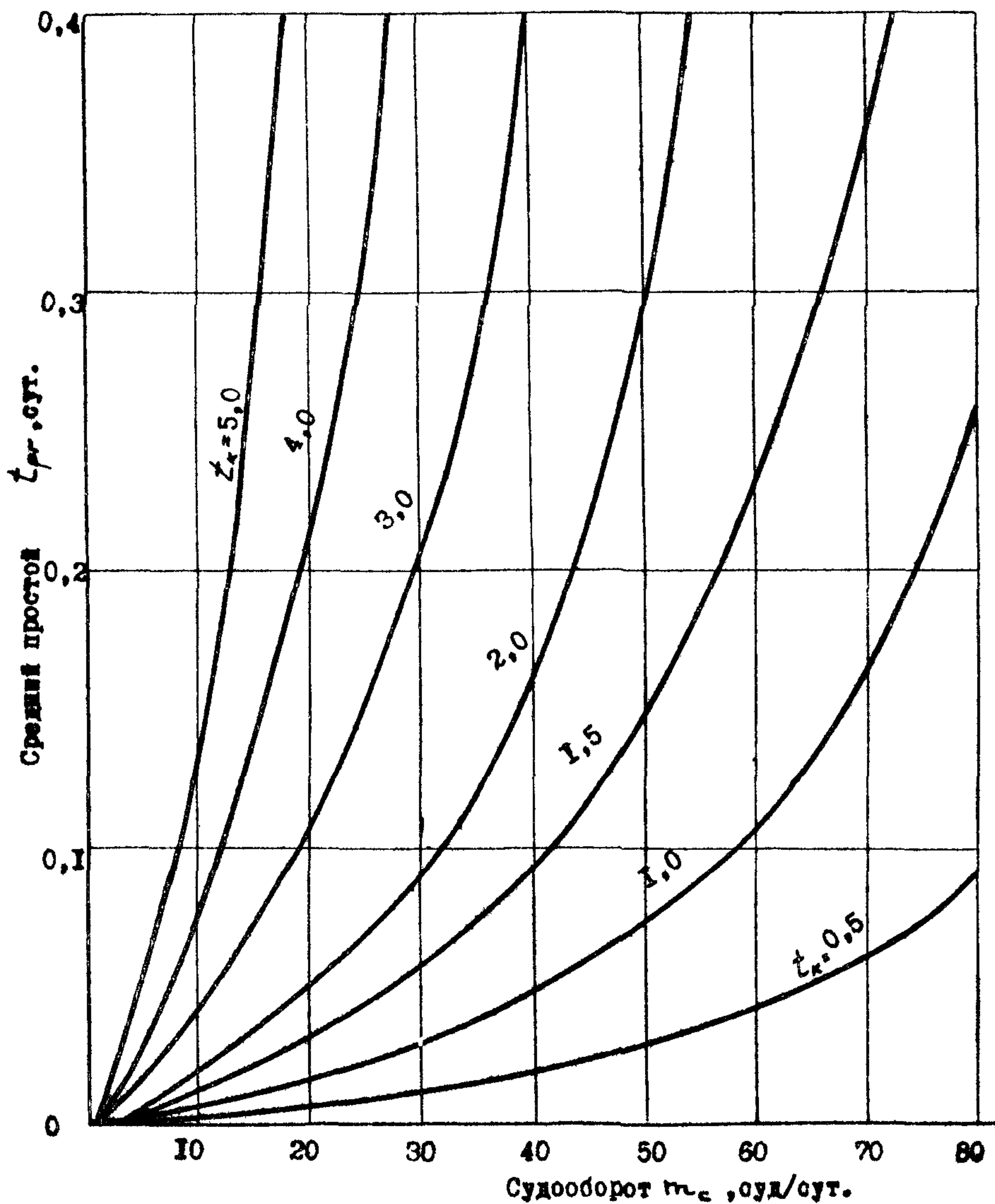


Рис. П.1.1

4.2. Число судов m_{gd} для всех вариантов принимается одинаковым и равным годовому судообороту канала в обоих направлениях. Соответственно $\bar{A}_{st}$ и K_{nt} суть средневзвешенные по всему судообороту величины.

4.3. Расчет величины t_{pz_i} для i -го проектного варианта выполняется в следующем порядке:

определяется новая ширина расчетного судна

$$B_i = \frac{b_i}{b} B, \quad (\text{П. I. 4})$$

где b и b_i - проектная ширина канала для базового и i -го вариантов, м;

B и B_i - ширина расчетного судна для тех же вариантов, соответственно, м;

рассчитываются величины $0,4 B_i$ и $0,7 B_i$ для рассматриваемого варианта, распределение судов по группам; в зависимости от их ширины, и величины m_{1i} и m_{2i} согласно п.2 обязательного приложения 4;

определяются f_{1i} и f_{2i} по формуле (П.4.1), вспомогательные величины P_i и q_i - по графикам рис. П.4.1 и рис.

П.4.2 и суточный судооборот m_{ci} - по формуле (П.4.3);

находится t_{pz_i} по графику рис. П. I. I в зависимости от m'_{ci} и t_k .

4.4. Расчет затрат K выполняется для каждого варианта. Оптимальная ширина канала соответствует варианту с наименьшим значением K .

РАСЧЕТНАЯ СКОРОСТЬ СУДНА

1. Расчетная скорость судна $V_{м/с}$ является одним из параметров при определении габаритов проектируемого канала. Она назначается в пределах от 3 до 12 узлов, но не более $0,9 V_{ск} \text{ м/с}$. Нижний предел скорости определяется условием сохранения управляемости.

Примечание. Критической скоростью $V_{ск}$ считается скорость, начиная с которой дальнейшее увеличение числа оборотов машин практически не приводит к увеличению скорости движения судна.

2. Значение критической скорости на канале неполного профиля $V_{ск}$ для расчетного судна определяется по формуле:

$$V_{ск} = V'_{ск} - (V'_{ск} - V''_{ск}) \frac{h_n}{d_n}, \text{ м/с (П.2.1)}$$

где h_n – навигационная глубина прорези, м;
 d_n – навигационная глубина канала, м;
 $V'_{ск}$ – критическая скорость на мелководье, м/с;
 $V''_{ск}$ – критическая скорость на канале полного профиля, м/с.

Значения $V'_{ск}$ и $V''_{ск}$ выбираются из табл. П.2.1.

Таблица №.2.1

Ширина канала по дну, м	Угол наклона откоса к горизонту, град	Критические скорости $v'_{кр}$ и $v''_{кр}$, м/с, при навигационной глубине d_n , м																			
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
		$v''_{кр}$ для канала полного профиля																			
50	14	3,7	3,8	3,8	3,8	3,9	3,9	3,9													
	7	3,8	4,1	4,1	4,3	4,5	4,5	4,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	3,9	4,3	4,4	4,6	4,8	5,0	5,0													
100	14	4,3	4,5	4,5	4,7	4,9	5,0	5,0	5,0	5,0	5,1	5,2	5,3	5,3	5,3						
	7	4,5	4,8	4,8	5,0	5,3	5,4	5,5	5,5	5,5	5,6	5,7	5,7	5,8	5,8	-	-	-	-	-	-
	5	4,6	4,9	5,1	5,5	5,7	5,8	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,2	6,2						
150	14	4,6	5,1	5,1	5,2	5,6	5,7	5,8	5,8	5,8	5,9	6,0	6,0	6,0	6,2	6,3	6,3	5,3			
	7	4,6	5,1	5,3	5,4	5,7	5,9	6,1	6,2	6,2	6,2	6,2	6,3	6,4	6,4	6,5	6,7	6,7	-	-	-
	5	4,6	5,1	5,5	5,6	6,0	6,1	6,4	6,5	6,5	6,7	6,7	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	7,0			
200	14	4,6	5,1	5,5	5,7	5,9	6,2	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,5	6,6	6,8	6,9	7,0	7,0	7,0	7,1	7,1
	7	4,6	5,1	5,6	5,8	6,0	6,4	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	7,1	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9
	5	4,6	5,1	5,6	5,9	6,2	6,5	6,6	6,7	6,9	7,0	7,2	7,3	7,5	7,6	7,8	8,0	8,0	8,2	8,3	8,4
250	14	4,6	5,1	5,6	6,0	6,3	6,5	6,6	6,7	6,7	6,8	6,9	6,9	7,0	7,2	7,4	7,5	7,6	7,6	7,6	7,6
	7	4,6	5,1	5,6	6,1	6,4	6,6	6,7	6,8	7,0	7,1	7,3	7,3	7,5	7,6	7,8	7,9	8,0	8,1	8,3	8,4
	5	4,6	5,1	5,6	6,1	6,5	6,8	6,9	7,0	7,2	7,3	7,5	7,6	7,8	8,0	8,2	8,4	8,4	8,6	8,8	8,8
		$v'_{кр}$ для мелководья																			
		4,6	5,2	5,7	6,1	6,6	7,0	7,3	7,7	8,0	8,4	8,7	9,0	9,3	9,6	9,8	10,1	10,4	10,6	10,9	11,1

РАСЧЕТ ШИРИНЫ МАНЕВРОВОЙ ПОЛОСЫ КАНАЛА B_m ПРИ
ИЗВЕСТНОЙ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА СУДНА

Ширина проектируемого канала в разделе 4 настоящих норм определена из условия фиксированной среднеквадратической ошибки знания места центра тяжести судна относительно оси канала, равной $\bar{G}_0 = 25$ м. Эта величина соответствует рекомендациям международной ассоциации маячных служб (МАМС), а также требованиям "Инструкции по навигационному оборудованию" (ИНО.76) издания ГУНиО МО.

Если в проекте предусмотрена проводка судов с помощью радиотехнических средств, $\bar{G}$ выбирается из проекта. При наличии ведущих створов, $\bar{G}$ определяется из графика рис. П.3.1.

Если полученное значение отличается от расчетного $\bar{G}_0$ более, чем на 5 метров, то ширина маневровой полосы определяется по формуле:

$$B_m = B\bar{B}_0 (K_v K_w K_A K_{vd} + \Delta \bar{B}_G) \quad (\text{П.3.1})$$

где $\Delta \bar{B}_G$ - поправка к относительной ширине маневровой полосы, находится из табл. П.3.1 в зависимости от $\bar{G}$

Таблица П.3.1

$\bar{G}_m$	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
$\Delta \bar{B}_G$	-0,18	-0,14	-0,12	-0,08	-0,05	0	0,03	0,08	0,14	0,20	0,27

В зависимости от расположения ориентиров $\bar{G}$ на разных участках канала может иметь различную величину.

Приложение 3
(продолжение)

Зависимость среднеквадратической ошибки σ , м
поперечного смещения судна с осн канала от дальности
действия отвора Δ , км и расстояния между отворными
знаками Δ , км при $\epsilon_n = 1,0$

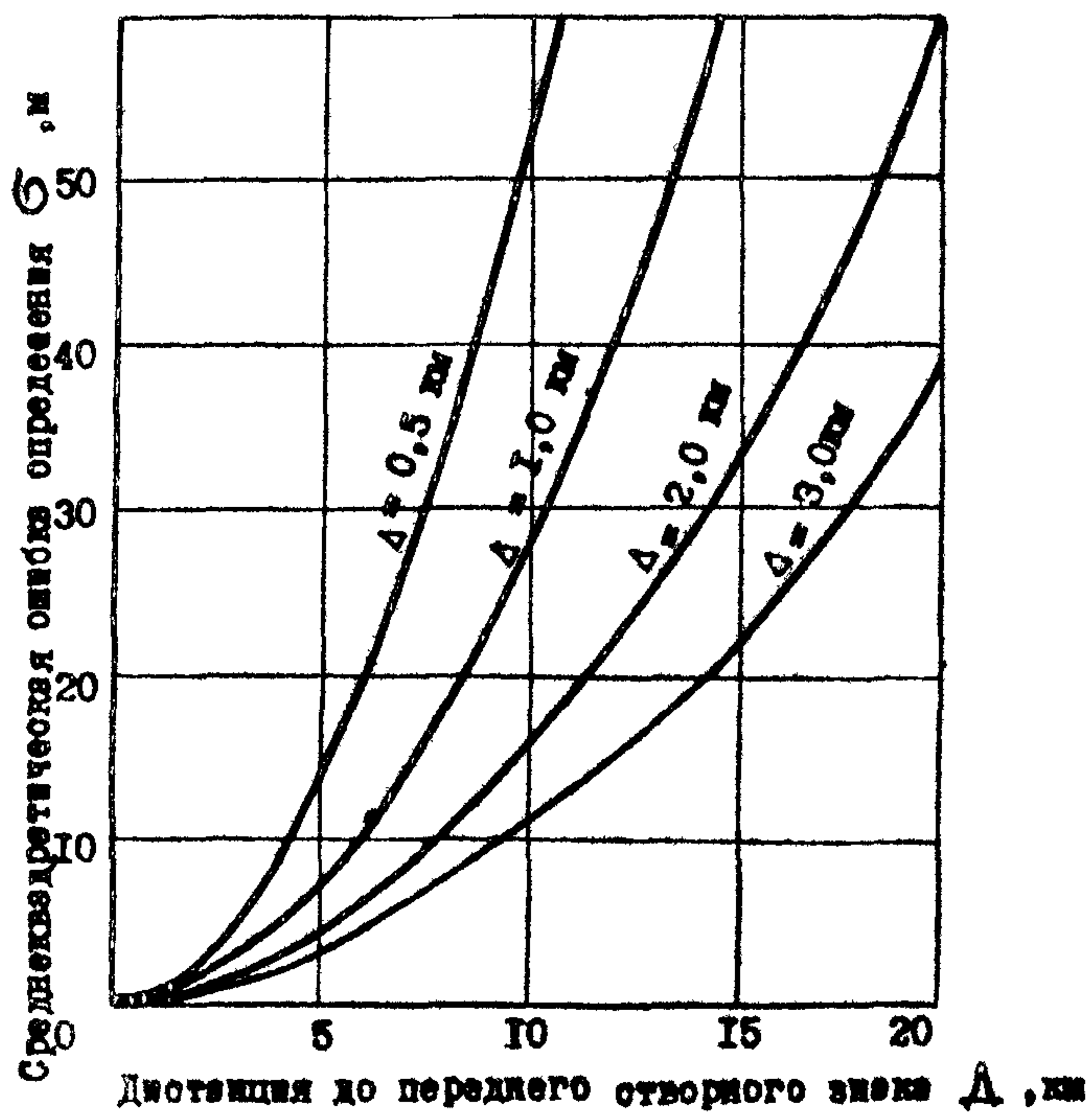


Рис. П.3.1

Соответственно в этих местах изменится расчетная ширина канала. Особенно это относится к каналам с ведущими створами. Здесь ширина канала должна рассчитываться для двух участков каждого колена, начального и конечного, ширина промежуточных участков интерполируется.

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ

1. Пропускная способность определяет необходимость строительства канала для двухстороннего или одностороннего движения. Проектируемый канал должен обеспечивать пропуск планируемого судопотока в течение всего навигационного периода. Для подходных каналов пропускная способность должна быть не меньше, чем пропускная способность порта, обслуживаемого этим каналом.

2. Для определения пропускной способности должны быть предварительно рассчитаны:

а) параметры f_1 и f_2 , характеризующие распределение судов в расчетном судопотоке по группам, в зависимости от их ширины

$$f_1 = \frac{m_1}{m}; \quad f_2 = \frac{m_2}{m}; \quad (\text{П.4.1})$$

где m_1 и m_2 - число судопроходов в месяц с наибольшим судооборотом судов первой группы (с шириной $B_1 < 0,4B$) и второй группы (с шириной $0,4B \leq B_2 < 0,7B$);

m - общее количество судопроходов за тот же период;

б) среднесуточный судооборот канала m_c в обоих направлениях

$$m_c = \frac{m}{30} \quad (\text{П.4.2})$$

в) среднее время занятости канала при проходе одного судна, $\bar{t}_k$, ч, отсчитываемое от момента входа судна в канал, до момента выдачи разрешения на вход следующему судну при равновероятном проходе судов обоих направлений; значение $\bar{t}_k$ должно определяться с учетом времени, необходимого для подготовки

Определение вспомогательной величины P по
величинам f_1, f_2 , характеризующим распределение
судов в общем судопотоке

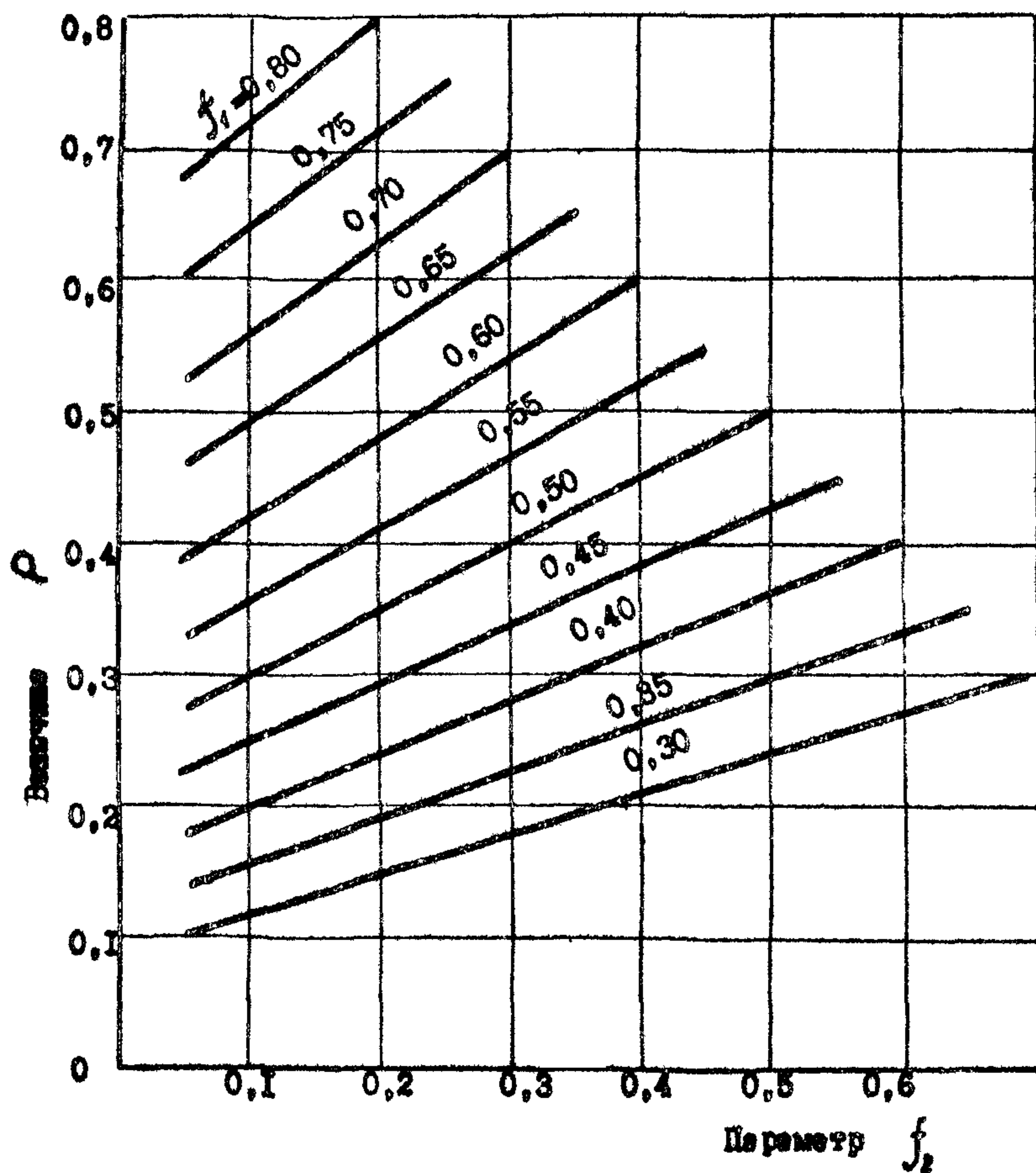


Рис. П.4.1

Определение коэффициента q по вспомогательной
величине P и произведению среднесуточного
судооборота канала m_c на среднее время
занятости канала t_k

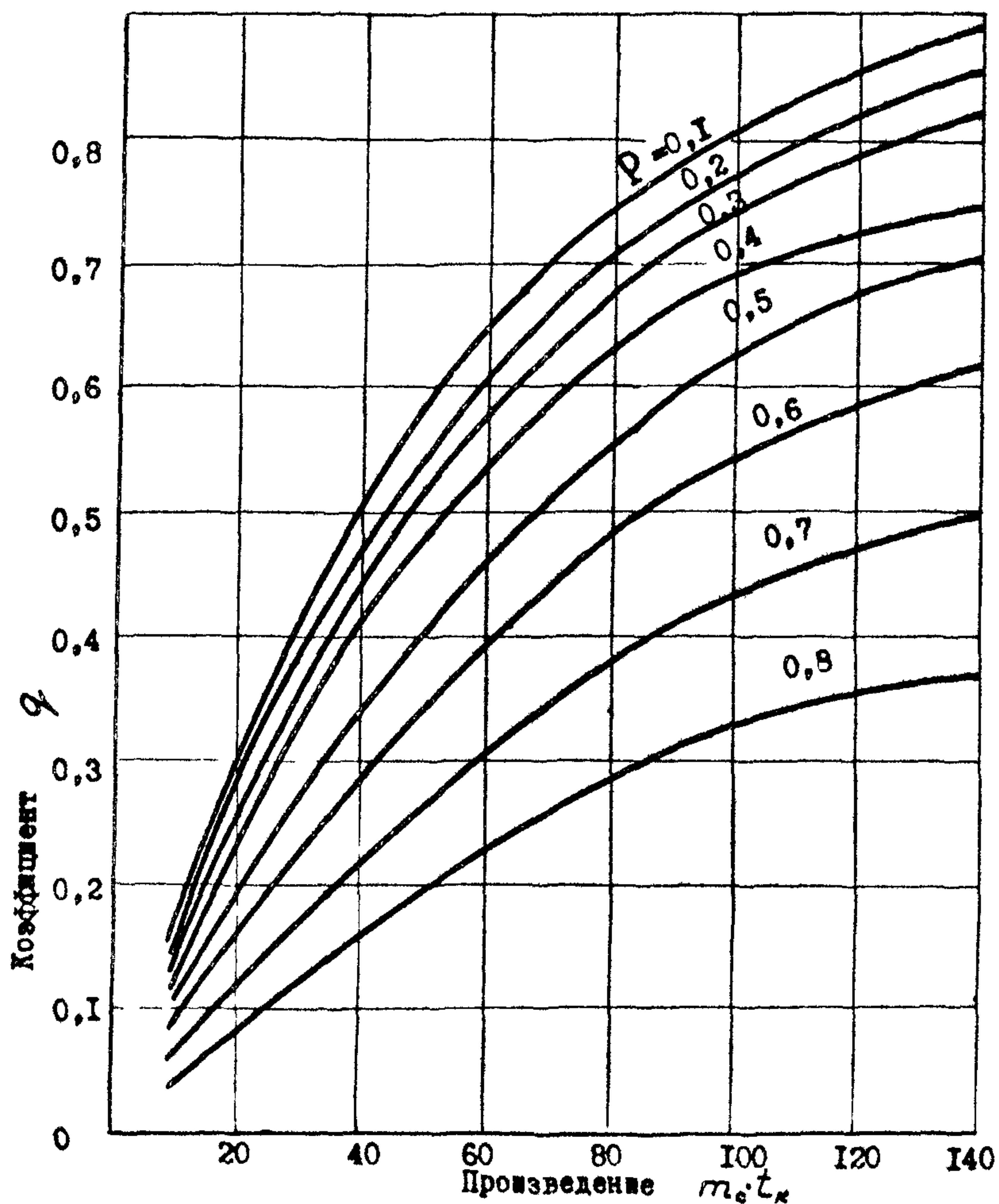


Рис. П. 4.2

судна к входу (выходу) на трассу канала в зависимости от длины участков проводки, допустимой скорости движения на них, безопасной кильватерной дистанции в канале и времени занятости операционных акваторий, если они расположены на маршруте движения проходящих по каналу судов; для подходных каналов к портам, имеющим несколько районов, когда существуют варианты проводки различной продолжительности, значение t_k необходимо принимать, как средневзвешенное по всем возможным вариантам;

г) вспомогательная величина P , определяемая по графику рис. П.4.1, в зависимости от f_1 и f_2 ;

д) коэффициент q , определяемый по графику рис. П.4.2 в зависимости от величины P и произведения $m_c t_k$;

е) приведенный среднесуточный грузооборот m'_c одностороннего движения, уменьшенный с учетом частичного встречного движения судов

$$m'_c = q \cdot m_c \quad (\text{П.4.3})$$

3. Расчет пропускной способности и назначение ширины канала для одностороннего или двухстороннего движения судов должны выполняться по графику рис. П.4.3. Для этого график необходимо нанести точку F с координатами t_k и m'_c . Если эта точка расположена ниже кривой $\mathcal{A}$, то пропускная способность обеспечивается при ширине канала, определяемой для одностороннего движения судов.

Если точка F расположена выше кривой $\mathcal{A}$, то канал должен проектироваться для двухстороннего движения судов.

4. Ширина канала для двухстороннего движения судов должна назначаться только при наличии экономического обоснования, выполняемого в соответствии с обязательным приложением I.

Определение пропускной способности в
режиме движения на канале по приведенному
среднесуточному судообороту m'_c и среднему
времени занятости канала t_k .

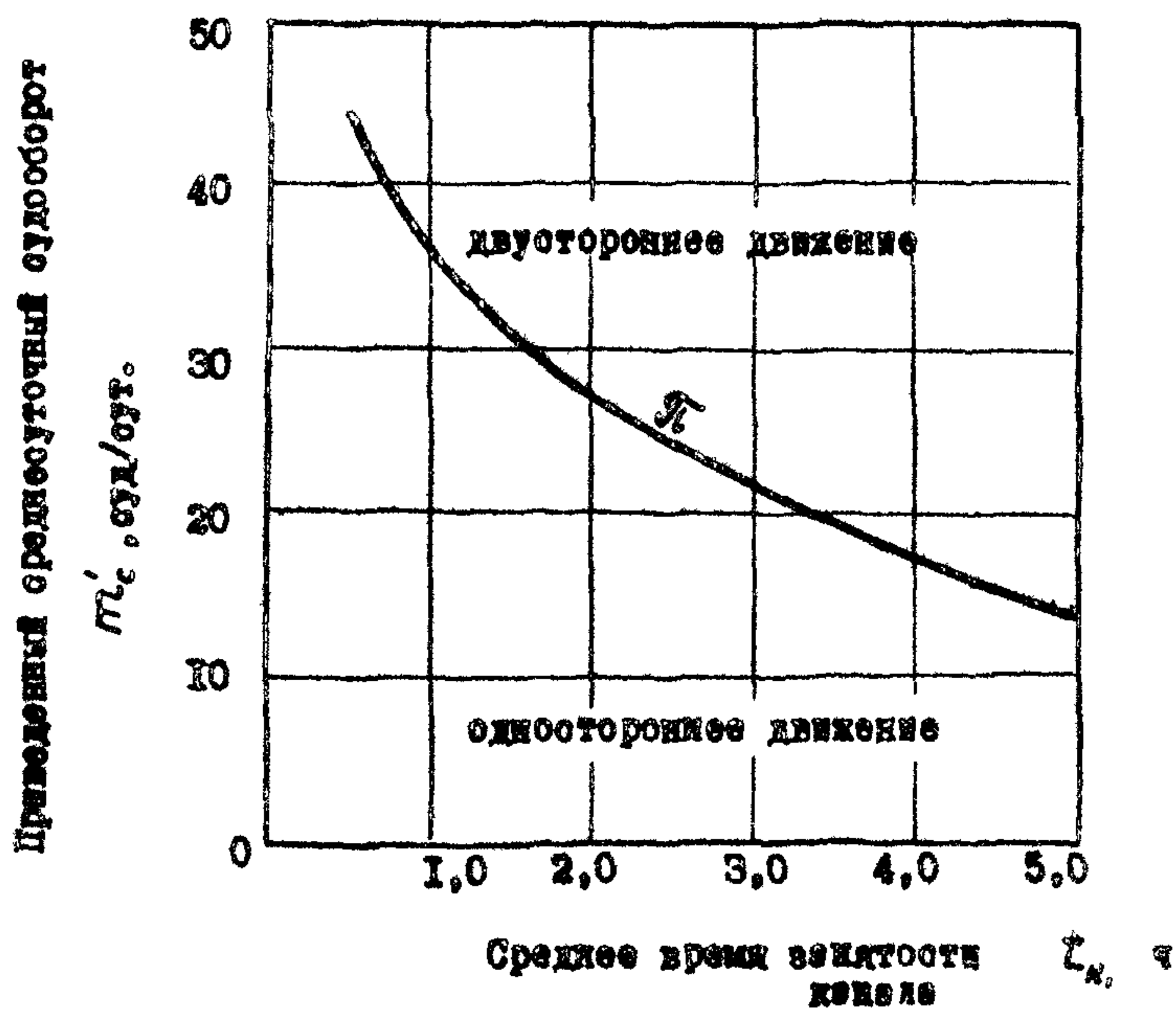


Рис. 1.4.3.

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- $A = \frac{A_a}{A_b}$ - отношение площадей парусности надводного и подводного бортов;
- A_k - площадь поперечного сечения канала, m^2 ;
- A_m - площадь погруженного миделевого сечения судна, m^2 ;
- α - коэффициент, зависящий от глубины прорези канала;
- $\bar{a}_{st}$ - судосуточные расходы на содержание судов транспортного флота на стоянке без грузовых операций, осредненные по группе из m_{gd} судов, р. /сут;
- B - ширина расчетного судна по миделю, м;
- b - проектная ширина канала, м;
- b_m - ширина маневровой полосы на уровне навигационной глубины, м;
- $\bar{b}_n$ - навигационная ширина канала, м;
- $\bar{b}_o$ - относительная ширина маневровой полосы;
- ΔB - запас ширины канала на заносимость, м;
- ΔB_k - величина уширения канала на повороте, м;
- $\Delta \bar{b}_t$ - величина дополнительного уширения канала на повороте при наличии постоянно действующего течения, м;
- $\Delta \bar{b}_c$ - поправка к относительной ширине маневровой полосы;
- C - навигационный запас ширины канала, учитывающий гидродинамическое взаимодействие судна с бровкой канала, м;
- D - водоизмещение, т;
- d - проектная глубина канала, м;
- d_c - глубина, отсчитываемая от нуля глубин, принятого на морских навигационных картах данного района, м;
- d_{zh} - забровочная глубина, м;

- d_n - навигационная глубина канала, м;
 Fr - число Фруда;
 f_1, f_2 - параметры, характеризующие распределение по ширине судов в расчетном судопотоке;
 ϵ_k - горизонтальный критический угол, мин;
 H - высота надводного борта, м;
 H_{gr} - уровень проходного горизонта, м;
 H_{min} - наинизший теоретический уровень, м;
 $H_{50\%}$ - уровень 50% обеспеченности, м;
 ΔH - разность абсолютных значений уровней, отвечающих
 п. 12.5 СНиП 2.06.01-86
 обеспеченности по табл. 2 и обеспеченности глубин
 морской навигационной карты, м;
 $h_{3\%}$ - расчетная высота волны, м;
 h_i - средняя величина глубины прорези на участке, м;
 h_n - навигационная глубина прорези канала, м;
 h_o - проектная глубина прорези, м;
 i - естественный уклон дна;
 K - величина суммарных затрат на дноуглубительные работы и затрат транспортного флота, обусловленных простоем судов, р.;
 K_{nd} - суммарная нормативная строительная стоимость дноуглубительного флота, р.;
 $\bar{K}_{nt}$ - нормативная строительная стоимость судов транспортного флота, осредненная по группе из n_{gd} судов, р.;
 K_1 - поправочный коэффициент, уточняющий величину скоростного запаса для судна, движущегося в каналах неполного профиля;
 K_2 - поправочный коэффициент, уточняющий величины скорост-

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
(продолжение)

ного запаса для судна, движущегося в каналах полного профиля;

- L - длина судна между перпендикулярами, м;
- l_k - длина канала, км;
- l_u - длина участка канала, м;
- m - общее количество судопроходов в месяц наибольшей загрузки канала;
- m_c - среднесуточный судооборот канала в обоих направлениях, суд./сут;
- m'_c - приведенный среднесуточный судооборот, суд./сут;
- m_{gd} - число проходов по каналу в течение годового эксплуатационного периода судов, для которых при выбранном варианте возможна простойная ситуация;
- m_1, m_2 - число проходов по каналу судов с шириной $B_1 < 0,4 B$ и $0,4 B \leq B_2 < 0,7 B$;
- n_u - количество участков канала;
- P - вспомогательная величина, определяемая по графику рис. П.4.1;
- P_i - обеспеченность i -го отсчетного уровня, %;
- Q - суточная производительность земкаравана, м³/сут.;
- q - коэффициент, учитывающий разрежение расчетного судопотока;
- q_{vt} - курсовой угол течения, град.;
- q_{vw} - курсовой угол истинного ветра, град.;
- R - радиус закругления канала, м;
- z - уровень сизигийного отлива, м.
- S - суммарные нормативные эксплуатационные расходы судов дноуглубительного флота, занятых на строитель-

- стве канала, р. /сут.;
- T - осадка судна на ровном киле без хода в воде стандартной плотности ($\rho = 1025 \text{ кг/м}^3$), м;
- t_{exd} - продолжительность годового эксплуатационного периода земкаравана, сут.;
- t_{ext} - средняя продолжительность годового эксплуатационного периода транспортных судов, сут;
- t_k - среднее время занятости канала при проходе одного судна, ч;
- $\bar{t}_{\text{pz}}$ - средняя продолжительность простоя судна при рассматриваемых габаритах канала, сут.;
- ΔT - поправка на изменение осадки расчетного судна в зависимости от плотности ρ (соленость, ‰) воды в районе проектируемого канала, м;
- V - объем дноуглубительных работ по выбранному варианту, м^3 ;
- v - расчетная скорость судна, уз.;
- v_{cr} - критическая скорость расчетного судна на канале неполного профиля, м/с;
- v'_{cr} - критическая скорость расчетного судна на мелководье, м/с;
- v''_{cr} - критическая скорость расчетного судна на канале полного профиля, м/с;
- $|v_q|$ - модуль проекции вектора скорости течения на направление нормали к оси канала, м/с;
- v_t - скорость течения, м/с;
- w - скорость расчетного ветра, м/с;
- Z_0 - запас на крен судна, возникающий от воздействия расчетного ветра и гидродинамических сил на повороте, м;

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
(продолжение)

- $\bar{Z}_1$ - минимальный навигационный запас, необходимый для обеспечения управляемости судна, м;
- $\bar{Z}_2$ - волновой запас на погружение оконечности судна при волнении, м;
- $\bar{Z}_3$ - скоростной запас на изменение осадки судна на ходу на тихой воде по сравнению с осадкой без хода, м;
- $\bar{Z}_4$ - запас глубины на заносимость, м;
- $\sum \bar{Z}_{0-3}$ - суммарный навигационный запас глубины, м;
- θ - угол крена от ветра, град.;
- θ_{dh} - динамический угол крена, град.;
- Λ - коэффициент, зависящий от угла оспряжения колен канала и соотношения скоростей течения и движения судна $\frac{v_t}{v}$
- $\bar{T}_l$ - средняя продолжительность интервалов времени, когда l -ый отсчетный уровень не обеспечен, сут.;
- σ - среднеквадратическая ошибка знания места центра тяжести судна, м;
- φ_1, φ - углы наклона откосов к горизонту к концу межремонтного периода и проектная величина, соответственно, град.,
- φ_g - географическая широта места, град.;
- χ - угол сопряжения уширенной части поворота с прямолинейным участком канала, град.;
- ψ - угол сопряжения колен канала, град.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

	Стр.
1. Исходные данные для проектирования канала	2
2. Трассировка канала	4
3. Глубина канала	5
4. Ширина канала	16
5. Откосы канала	23
 Приложение 1. Методика технико-экономических рекомендуемое обоснований габаритов проектируемого канала	 27
Приложение 2. Расчетная скорость судна	33
Приложение 3. Расчет ширины маневровой полосы обязательное канала B_m при известной точности определения места судна	 35
Приложение 4. Пропускная способность	38
Приложение 5. Условные обозначения	43