**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ГОРНЫЙ И ПРОМЫШЛЕННЫЙ НАДЗОР РОССИИ**

**ПОСТАНОВЛЕНИЕ**

**от 5 июня 2003 г. N 51**

**ОБ УТВЕРЖДЕНИИ МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ**

**ПО РАСЧЕТУ РАЗВИТИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ АВАРИЙ**

**НА НАКОПИТЕЛЯХ ЖИДКИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ**

Госгортехнадзор России постановляет:

1. Утвердить [Методические рекомендации](#Par28) по расчету развития гидродинамических аварий на накопителях жидких промышленных отходов.

2. Направить Методические рекомендации по расчету развития гидродинамических аварий на накопителях жидких промышленных отходов на государственную регистрацию в Министерство юстиции Российской Федерации.

Начальник

Госгортехнадзора России

В.М.КУЛЬЕЧЕВ

Утверждены

Постановлением

Госгортехнадзора России

от 5 июня 2003 г. N 51

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**ПО РАСЧЕТУ РАЗВИТИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ АВАРИЙ**

**НА НАКОПИТЕЛЯХ ЖИДКИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ**

**РД 03-607-03**

Разработаны Управлением по надзору в химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности Госгортехнадзора России.

I. Общие положения

1.1. При аварии на хранилищах происходит разрушение ограждающих сооружений (дамб) и разлив содержимого хранилищ, вызывающий затопление окружающих территорий.

1.2. Опасность аварий определяется возникновением чрезвычайных ситуаций (ЧС): обстановки, которая может повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, материальные потери и нарушение жизнедеятельности людей.

1.3. Методика позволяет определить показатели, характеризующие аварию:

- границы зоны затопления;

- время образования прорана;

- размеры и форма развития прорана;

- расходы и объемы жидких отходов, выливающихся по мере развития прорана;

- высота, скорость и гидродинамическое давление волны прорыва по пути движения.

1.4. Методика предназначена для использования:

- организациями, эксплуатирующими хранилища;

- проектными организациями;

- экспертными центрами;

- другими организациями, по роду своей деятельности связанными с обеспечением безопасности хранилищ;

- при декларировании безопасности гидротехнических сооружений (далее - ГТС);

- при определении последствий гидродинамической аварии;

- при определении возможности дальнейшей эксплуатации хранилищ и при других работах, в которых требуется оценка параметров прорана и зоны растекания при аварии хранилища.

II. Основные положения, принимаемые при расчете

2.1. Процесс разрушения хранилища, образования прорана и движения образующегося при этом потока отходов является сложным. Неравномерный и неустановившийся характер движения потока по всей трассе растекания обуславливают переменные значения его гидродинамических параметров, поэтому для упрощения расчетов рассматриваемый процесс разделяется в расчетном отношении на два этапа:

а) расчет образования прорана и расчет параметров потока в сечении у подошвы откоса дамбы;

б) расчет максимальных параметров потока по трассе растекания.

2.2. В методике приняты следующие допущения:

- поперечное сечение прорана принимается прямоугольным и постоянным по всей длине прорана;

- после образования прорана жидкость растекается по местности, имеющей естественный уклон;

- гидравлический прыжок, возникающий на переходе потока с участка с уклоном дна, больше критического, на участок, где уклон меньше критического, не рассматривается.

III. Расчет образования прорана

(процесса разрушения дамб)

3.1. В расчетах приняты следующие основные обозначения:

 H - максимальная разница между отметкой гребня ограждающей

 max

дамбы и отметкой, до которой могут вытекать жидкие отходы, м;

 F - площадь заполнения хранилища (определяется по графику

зависимости площади (F) и объема (V) от уровня заполнения), кв. м;

 V - полный объем отходов в хранилище (определяется по

 max

графику зависимости F и V от уровня заполнения), куб. м;

 l - ширина гребня дамбы, м;

 0

 m - заложение внутреннего откоса дамбы (отношение длины

 отк.

горизонтальной проекции откоса к высоте откоса), м/м;

 n - заложение внешнего откоса дамбы, м/м;

 отк.

 ро - плотность частиц грунта, т/куб. м;

 s

 ро - плотность жидкости и неконсолидированных отходов (жидких

 ж

отходов), т/куб. м;

 ро - средняя плотность сухого грунта тела дамбы, т/куб. м;

 d

 ню - кинематический коэффициент вязкости жидкости и

неконсолидированных отходов (жидких отходов), кв. см/сек. (Для

воды кинематический коэффициент вязкости равен 0,0101, кв.

см/сек.);

 d - средневзвешенный размер частиц грунта, мм.

3.2. Исходными данными для расчета являются:

- максимальная разница между отметкой гребня ограждающей дамбы и отметкой, до которой жидкие отходы могут вытекать;

- зависимость площади и объема хранилища от отметки заполнения;

- ширина гребня дамбы;

- заложение внутреннего откоса дамбы;

- заложение внешнего откоса дамбы;

- плотность частиц грунта, плотность сухого грунта, плотность и вязкость вытекающих жидких отходов;

- средневзвешенный размер частиц грунта.

3.3. За начальные условия расчета размыва элементарного прорана принимается равенство:

 y = b = h = 0,5 м, (1)

 0 0 0

 где:

 y - начальная глубина прорана;

 0

 b - начальная ширина прорана;

 0

 h - начальная глубина потока.

 0

 На рис. 1 <\*> представлена схема расчета размыва гребня и

пляжной зоны хвостохранилища.

 --------------------------------

 <\*> Рисунки не приводятся.

 Задавая приращение глубины прорана на каждом расчетном шаге

постоянным и равным ДЕЛЬТА y <= y , определяется приращение ширины

 0

прорана:

 b

 0

 ДЕЛЬТА b = ДЕЛЬТА y x -------------. (2)

 y + ДЕЛЬТА y

 0

 Задавая приращения размеров прорана (ДЕЛЬТА y и ДЕЛЬТА b),

определяем уменьшение глубины вытекающего из прудка слоя ДЕЛЬТА H.

Расчет ведется методом итераций.

 Определение параметров размыва прорана и потока производится в

расчетный i-ый промежуток времени:

 глубина прорана: y = y + ДЕЛЬТА y; (3)

 i i-1

 ширина прорана: b = b + ДЕЛЬТА b; (4)

 i i-1

 длина прорана (м): l = y x (m + n ) + l . (5)

 i i отк. отк. 0

 При достижении y = H принимается, что увеличение прорана

 i max

рассчитывается только за счет его расширения:

 b = b + ДЕЛЬТА b', (6)

 i i-1

 y

 0

 где ДЕЛЬТА b' = 2,5 x ДЕЛЬТА y x -------------. (7)

 y + ДЕЛЬТА y

 0

 2

 Глубина потока в проране (м): h = - H , (8)

 i 3 i

 где H определяется по [формуле (30).](#Par383)

 i

 Расход потока в проране (куб. м/с):

 3/2 \_\_

 Q = mb H x \/2g, (9)

 i i i

 где m - коэффициент водослива, принимаемый равным 0,31.

 Удельный расход потока в проране (кв. м/с):

 Q

 i 3/2

 q = -- = 1,373 x H . (10)

 i b i

 i

 Скорость потока в проране (м/с):

 Q

 i 1/2

 u = ---- = 2,056 x H . (11)

 i b h i

 i i

 Неразмывающая скорость u (м/с) определяется для заданного

 0

значения d и гидравлических параметров потока по зависимостям

 ср

В.С. Кнороза:

 для 0,05 мм < d < 0,25 мм:

 0,3 0,35 0,05

 ню (g ро ) d

 ж

 u = 0,71 ------------------------; (12)

 0i \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 / -0,25

 \/0,0008 + (0,006R )

 i

 для 0,25 мм < d < 1,5 мм:

 0,7

 660R ню

 0,136 0,432 0,292 i

 u = 1,8ню (g ро ) d lg(---------------------); (13)

 0i ж 0,35 0,24 1,81

 (g ро ) d k

 ж

 для d > 1,5 мм;

 R

 \_\_\_\_\_\_ i

 u = \/g ро d lg(11,5 --), (14)

 0i ж k

 где:

 0,75

 k = 0,785 x d ;

 R - гидравлический радиус потока для прямоугольного сечения

 i

прорана, определяемый по формуле:

 b h

 i i

 R = -------- (м). (15)

 i b + 2h

 i i

 Для частиц грунтов с d < 0,1 мм при определении значения

неразмывающей скорости необходимо учитывать силы сцепления между

частицами грунта.

 Неразмывающая скорость для связанных грунтов определяется по

формуле:

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 / 2gm

 u = 1,25\/------- x [(ро - ро )d + 0,044C k], (16)

 0i 2,6ро n s ж э гр

 ж

 где:

 m - коэффициент условий работы, принимаем равным 1;

 d - эквивалентный диаметр отрывающихся отдельностей

 э

связанного грунта (для супесей d = 3 мм, для суглинков d = 4 мм,

 э э

для глины d = 5 мм);

 э

 C - нормативная усталостная прочность связанного грунта на

 гр

 H

разрыв (Па): C = 0,35С ;

 гр

 H

 C - нормативное удельное сцепление грунта (Па);

 k - коэффициент однородности, допускается принимать равным

0,5;

 d

 э

 n = 1 + -----------------.

 (0,00005 + 0,3d )

 э

 Значение неразмывающей скорости определяется по справочнику

проектировщика "Гидротехнические сооружения" (под ред. В.П.

Недриги. М.: Стройиздат, 1983. 543 с.).

 Величина гидравлической крупности W (м/с) для размываемых

 0

грунтов в проране определяется в зависимости от диаметра частиц

грунта по формулам:

 2

 g x d x ро

 ж

 при d <= 0,1 мм: W = ------------; (17)

 0 18 x ню

 g x ро

 ж 1/1,5

 при 0,1 мм < d < 0,6 мм: W = d x (-----------) ; (18)

 0 \_\_

 11,2 x \/ню

 1,2

 g x d ро

 ж 1/1,8

 при 0,6 мм < d < 2,0 мм: W = (-----------) ; (19)

 0 0,2

 4,4 x ню

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 при d >= 2,0 мм: W = 1,2 x \/g x d x ро , (20)

 0 ж

 где g - ускорение силы тяжести (g = 981 см/кв. с).

 Время размыва элементарного объема прорана (с):

 2 x ро x ДЕЛЬТА W

 d i

 ДЕЛЬТА t = -------------------, (21)

 i мю x Q

 i i

 где ДЕЛЬТА W - увеличение объема размытого прорана (куб. м):

 i

 ДЕЛЬТА W = W - W = 0,5(b y l - b y l ); (22)

 i i i-1 i i i i-1 i-1 i-1

 мю - транспортирующая (размывающая) способность потока.

 i

 В зависимости от гидравлических параметров потока и диаметра

частиц размываемого грунта они могут переноситься потоком либо во

взвешенном, либо в донном состоянии.

 Если скорость потока u >= 2,7u и все частицы d <= 0,15 мм

 i 0i

(переносятся во взвешенном состоянии), то величина мю может быть

 i

определена как:

 u - u

 крi 0i 4 d 1,6

 мю = (----------) x (--) x 0,01, (23)

 i 3W R

 0 i

 где u - критическая скорость потока (м/с) определяется:

 кр

 0,5

 при y < H : u = 2,63 x h ; (24)

 i max крi i

 0,2

 при y = H : u = 3,77 x h . (25)

 i max крi i

 Если u < 2,7u и все частицы d > 0,15 мм (движутся в донном

 i 0i

режиме), то величина мю определяется по формуле:

 i

 u u d

 i 3 0i 1,25

 мю = 0,002 x (----) x (1 - ---) x (--) , (26)

 i \_\_ u h

 \/gd i i

 где g - ускорение силы тяжести (g = 9,81 м/кв. с).

 Объем жидкости, вытекающей из прудка за время ДЕЛЬТА t :

 i

 2 x ро x ДЕЛЬТА W

 d i

 ДЕЛЬТА V = Q x ДЕЛЬТА t = -------------------. (27)

 i i i мю

 i

 Общий объем, вытекший за время Т = SUM ДЕЛЬТА t :

 i

 V = SUM ДЕЛЬТА V . (28)

 i

 Понижение уровня в прудке:

 ДЕЛЬТА V

 i

 ДЕЛЬТА H = ---------. (29)

 i F

 Глубина слоя, вытекающего из прудка:

 H = H + ДЕЛЬТА y - ДЕЛЬТА H . (30)

 i i-1 i-1

 Глубину слоя, вытекающего из прудка ДЕЛЬТА H , можно также

 i

определить по графикам зависимости V и F от уровня заполнения.

 При i = 1 принимаем, что H = y и ДЕЛЬТА H = 0.

 0 0 0

 Расчет ведется до того момента, когда V достигает значения

 i

V или величина транспортирующей способности мю становится

 max i

меньше 0,003.

IV. Определение параметров потока в сечении

у подошвы откоса дамбы

Для определения значений скорости U и глубины h потока по внешнему откосу дамбы из результатов расчетов, полученных в п. 2.2.3, выбираются:

 - максимальное значение полного расхода Q и соответствующие

 max

ему значения ширины b и глубины h (вариант 1);

 11 11

 - максимальное значение удельного расхода q и

 max

соответствующие ему значения ширины b и глубина h (вариант 2);

 12 12

 - максимальное значение ширины прорана b .

 max

 Расчет по выбранным параметрам производится одновременно для

Q и q .

 max max

 4.1. Для определения формы свободной поверхности потока

необходимо сравнить величину нормальной глубины h с критической

 0

глубиной h и уклона внешнего откоса дамбы i с величиной

 кр ВО

критического уклона i .

 кр

 Определение критической глубины потока (м) (здесь и далее по

тексту формулы в левой колонке относятся к первому варианту

расчета, в правой - ко второму):

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_

 / 2 / 2

 /альфа Q /альфа q

 3 / max 3 / max

 h = \/ ----------; h = \/ -----------, (31)

 кр1 2 кр2 g

 gb

 11

 где:

 альфа - коэффициент кинетической энергии, принимается равным

1,1;

 g - ускорение силы тяжести (g = 9,81 м/кв. с).

 Нормальная глубина h потока вычисляется в процессе

 0

итерационной процедуры (подбором) по значению модуля расхода К :

 0

 вычисляется модуль расхода:

 Q q

 max max

 K = ----; K = ----, (32)

 01 \_ 02 \_

 \/i \/i

 1

 где i = -----.

 ВО n

 отк.

 Задавая различные значения h (h ) (здесь и далее по тексту

 1 2

значения параметров, указанных в скобках, относятся ко второму

варианту расчета), определяем характеристики потока:

 - площадь сечения (кв. м):

 омега = b h ; омега = b h ; (33)

 1 11 1 2 12 2

 - смоченный периметр потока:

 хи = b + 2h ; хи = b + 2h ; (34)

 1 11 1 1 12 2

 - гидравлический радиус:

 омега омега

 1 2

 R = ------; R = ------; (35)

 1 хи 2 хи

 1 2

 - коэффициент Шези:

 1 1/6 1 1/6

 C = - R ; C = - R , (36)

 1 n 1 2 n 2

 где n - коэффициент шероховатости, принимаемый равным 0,025;

 - значение расчетного модуля расхода К :

 r

 \_\_ \_\_

 K = омега C \/R ; K = омега C \/R . (37)

 r1 1 1 1 r2 2 2 2

 Подставляя значения параметров, определяемых по уравнениям

[(33)](#Par460) - (36), в выражения (37), получим:

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 /b x h

 3 / кр1 1 2

 K = 40 x b x h x \/ (----------) ;

 r1 кр1 1 b

 кр1 + 2h

 1

 (38)

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 /b x h

 3 / кр2 2 2

 K = 40 x b x h x \/ (----------) .

 r2 кр2 2 b

 кр2 + 2h

 2

 Результаты расчетов и значения h (h ) заносятся в таблицу.

 1 2

Значение h (h ), при котором расчетный модуль расхода K ~= K

 1 2 r1 01

(K ~= K ), и будет значением нормальной глубины потока h

 r2 02 01

(h ).

 02

 Величина критического уклона определяется по формуле:

 g хи g хи

 кр1 кр2

 i = --------------; i = --------------. (39)

 кр1 2 кр2 2

 альфа C b альфа C b

 кр1 кр1 кр2 кр2

 Подставляя значения параметров, определяемых по уравнениям

[(33)](#Par460) - (36) при h = h , в (39), получим:

 кр

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 / 4

 /(b + 2h )

 -3 3 / кр1 кр1

 i = 5,57 x 10 x \/ ---------------;

 кр1 b x h

 кр1 кр1

 (40)

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 / 4

 /(b + 2h )

 -3 3 / кр2 кр2

 i = 5,57 x 10 x \/ ---------------,

 кр2 b x h

 кр2 кр2

 где b = b ; b = b .

 кр1 11 кр2 12

 В зависимости от глубины потока в начале откоса h (h ) и

 11 12

соотношения i > либо < i (i > либо < i ) и h > либо < h

 кр1 кр2 01 кр1

(h > либо < h ) определяется форма свободной поверхности

 02 кр2

потока.

 4.2. Определение глубины потока в сечении у подошвы откоса.

 Из полученных значений h , h , h (h , h , h )

 11 01 кр1 12 02 кр2

выбираются наибольшее и наименьшее значение глубины потока [h ,

 max1

h (h , h )] и вычисляется среднее значение:

 min1 max2 min2

 h + h h + h

 max1 min1 max2 min2

 h = -------------; h = -------------. (41)

 ср1 2 ср2 2

 Определяем длину откоса L, на которой устанавливается

нормальная глубина h (h ):

 01 02

 -

 L = h n [эта - эта - (1 - j ) x

 1 01 отк. 21 11 1

 x [фи(эта ) - фи(эта )]];

 21 11

 (42)

 -

 L = h n [эта - эта - (1 - j ) x

 2 02 отк. 22 12 2

 x [фи(эта ) - фи(эта )]];

 22 12

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 / b

 - 3 / ср1 4

 j = 45 x \/h x (------------) ;

 1 ср1 b + 2h

 ср1 ср1

 (43)

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 / b

 - 3 / ср2 4

 j = 45 x \/h x (------------) ,

 2 ср2 b + 2h

 ср2 ср2

 где:

 b = b , b = b ;

 ср1 11 ср2 12

 эта - относительная глубина (для каждого из вариантов)

 ij

определяется:

 h h

 max1 max2

 эта = -----; эта = -----; (44а)

 11 h 12 h

 01 02

 h h

 min2 min2

 эта = -----; эта = -----. (44б)

 21 h 22 h

 01 02

 По величинам гидравлических показателей русла X1 (X2) и

относительным глубинам находятся функции относительной глубины

фи(эта ), фи(эта ) и фи(эта ), фи(эта ) (см. [Приложение 1).](#Par886)

 11 12 21 22

 Гидравлический показатель русла определяется по формулам:

 2,8 2,8

 X = 3,4 - --------; X = 3,4 - --------. (45)

 1 b 2 b

 ср1 ср2

 ---- + 2 ---- + 2

 h h

 ср1 ср2

 Полученные в [(42)](#Par578) величины L и L сравниваются с длиной

 1 2

внешнего откоса дамбы L .

 0

 Если полученное значение L < L (L < L ), то считается, что

 1 0 2 0

глубина потока у подошвы откоса равна нормальной глубине h = h

 01 11

и h = h . Если же значение L > L (L > L ), тогда, задавая

 02 12 1 0 2 0

L = L (L = L ), из [уравнения (42)](#Par578) определяем глубину потока у

 1 0 2 0

подошвы откоса:

 L

 0

 h = ------------------------------------------------------;

 01 -

 n {эта - эта (1 - j ) x [фи(эта ) - фи(эта )]}

 отк. 21 11 1 21 11

 (46)

 L

 0

 h = ------------------------------------------------------.

 02 -

 n {эта - эта (1 - j ) x [фи(эта ) - фи(эта )]}

 отк. 22 12 2 22 12

 4.3. Определение скорости потока в сечении у подошвы откоса

дамбы.

 Скорость u определяется по известному расходу и глубине потока

в сечении у подошвы откоса:

 Q q

 max max

 u = -----; u = ----. (47)

 1 b h 2 h

 1 01 02

 Из полученных расчетов из двух случаев выбираем максимальные

значения параметров потока в сечении у подошвы откоса: глубины

h и скорости u . Ширина потока в этом сечении принимается

 max max

равной максимальной ширине прорана b . Эти величины являются

 max

исходными для расчета движения потока по прилегающей к хранилищу

местности.

V. Расчет максимальных параметров потока

по трассе растекания

В зависимости от характера рельефа вытекающий из хранилища поток может быть ограничен боковыми склонами долины либо растекание может происходить нестесненным образом, если хранилище расположено на плоской местности или в широкой долине.

Учитывая, что хранилища организаций, подконтрольных органам Госгортехнадзора России, в основном относятся к овражным, овражно-пойменным и/или равнинным типам, принимается, что вытекающий поток ограничен постоянным значением боковых склонов ложбин, лога или слабонаклоненных поверхностей поймы или равнины.

В расчете принято допущение о том, что лог по всей длине трассы растекания имеет треугольное сечение.

 Для определения параметров потока по трассе растекания русло

потока разбивается на участки с постоянными уклонами дна и формой

поперечного сечения. На границах участков принимается условие

равенства расходов. За расчетное принимается максимальное значение

расхода потока Q = Q , полученное в результате расчета на

 П max

первом этапе.

 Для расчета площади сечения лога на концах выбранных участков

задаются характерные абсолютные отметки бортов А и дна А лога

 Б Д

(см. рис. 2).

 Для определения формул расчета скорости u , глубины h и

 i i

ширины b потока вычисляются уклоны i-ых участков лога I :

 i Лi

 A - A

 Дi-1 Дi

 I = -----------,

 Лi L

 Лi

 где L - длина выбранного i-го участка лога.

 Лi

 Для плоского рельефа местности и уклонов с I < 0,01

 Лi

параметры потока определяются:

 -

 Q X

 П i

 - скорость потока: u = ----------- x (1 - ---------); (48)

 i b x h -

 i-1 i-1 3,32 + X

 i

 -

 X

 i

 - глубина потока: h = h x (1 - ---------); (49)

 i i-1 -

 2,85 + X

 i

 -0,6

 - ширина потока: b = b x (1 + 4,69 x X ), (50)

 i i-1 i

 \_\_\_\_\_\_\_\_

 l x \/g x h

 - i i-1

 где X = --------------- - относительное расстояние. (51)

 i b x u

 i-1 i-1

 Для уклонов I > 0,01 параметры потока в створах критическую

 Лi

 н

h и нормальную h глубины в i-ом створе при расходе Q

 кр П

определяются следующим образом:

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_

 / 2

 /2 альфа Q

 5 / П

 h = \/ ----------; (52)

 кр 2

 gm

 \_\_\_\_\_

 / 2Q

 н / П

 h = \/ ------, (53)

 \_\_

 mC\/R

 i

 где m - среднее заложение откосов лога в створе:

 альфа + альфа

 Л П

 m = ctg(---------------).

 2

 Так как коэффициент Шези C и гидравлический радиус R зависят

 н н

от глубины h , то h определяется методом последовательных

итераций. При этом C определяется по [формуле (36),](#Par479) R - по формуле

[(34).](#Par465)

 н

 В зависимости от соотношения глубин h , h , h и уклона

 i-1 кр

будем иметь кривую спада либо подпора. Исходя из уравнения

Бернулли:

 2 2

 альфа U альфа U

 i-1 i

 h + ---------- + il = h + -------- + h , (54)

 i-1 2g i 2g ТР

 где:

 2

 U L

 ср

 h = ------ - потери напора между створами;

 ТР 2

 C R

 ср ср

 U + U C + C R + R

 i-1 i i-1 i i-1 i

 U = ---------; C = ---------; R = ---------;

 ср 2 ср 2 ср 2

 2Q

 П

 U = --- - скорость потока в i-том створе;

 i 2

 h m

 i = I ;

 Лi

 определяем длину кривой свободной поверхности l:

 2 2

 h - h - 0,056 x (U - U )

 i i-1 i-1 i (55)

 l = -------------------------------,

 2

 U

 ср

 i - ------

 2

 C R

 ср ср

 где h - глубина в предыдущем створе.

 i-1

 Если длина кривой l меньше расстояния между створами L , то

 Лi

 н

h достигнет h или h и будет им равна (соответственно), в

 i кр

противном случае определяем глубину h по формуле:

 i

 (h - h ) x l

 i i-1

 h = h + ---------------. (56)

 i i-1 L

 Лi

 Площадь максимального затопления между створами определяем по

формуле:

 h (m + m ) + h (m + m )

 i-1 Л П i-1 i Л П i

 S = ------------------------------- x L . (57)

 2 Лi

 Расчет повторяется для следующего створа.

 Гидродинамическое давление P на сооружения, расположенные на

 i

пути потока на расстоянии l от подошвы дамбы, вычисляется по

формуле:

 2

 2,7 x ро x u

 ж i

 P = -------------- (Па). (58)

 i 2

 Для защиты объектов, попадающих в зону затопления, можно с

помощью защитных дамб отвести поток через какое-либо пропускное

сооружение (водоотводной канал), находящееся на расстоянии l от

подошвы дамбы, расчет которого ведется по условию пропуска

максимального расхода потока Q . Поперечное сечение S ,

 П K

обеспечивающее отвод потока, рассчитывается по значению скорости u

в этом месте и по максимальному расходу:

 Q

 П

 S = --. (59)

 К u

Приведенные выше формулы позволяют рассчитать параметры потока по длине выбранной расчетной трассы движения на прилегающей к хранилищу местности, нанести их на соответствующий план или карту и определить границы зоны затопления.

Приложение 1

 ФУНКЦИИ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ГЛУБИНЫ фи(эта )

 ij

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 2,00 [<\*>](#Par1186) | 2,50  | 3,00  | 3,25  | 3,50  | 3,75  | 4,00  | 4,50  | 5,00  | 5,50  |
|  1  |  2  |  3  |  4  |  5  |  6  |  7  |  8  |  9  |  10  |  11  |
| 0,00 [<\*\*>](#Par1187) | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 0,05  | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,050 |
| 0,10  | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 | 0,100 |
| 0,15  | 0,151 | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 0,150 | 0,150 |
| 0,20  | 0,202 | 0,201 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 |
| 0,25  | 0,255 | 0,252 | 0,251 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 | 0,250 |
| 0,30  | 0,309 | 0,304 | 0,302 | 0,301 | 0,300 | 0,300 | 0,300 | 0,300 | 0,300 | 0,300 |
| 0,35  | 0,365 | 0,357 | 0,354 | 0,352 | 0,351 | 0,351 | 0,351 | 0,350 | 0,350 | 0,350 |
| 0,40  | 0,423 | 0,411 | 0,407 | 0,404 | 0,403 | 0,403 | 0,402 | 0,401 | 0,400 | 0,400 |
| 0,45  | 0,484 | 0,468 | 0,461 | 0,458 | 0,456 | 0,455 | 0,454 | 0,452 | 0,451 | 0,450 |
| 0,50  | 0,549 | 0,527 | 0,517 | 0,513 | 0,510 | 0,508 | 0,507 | 0,504 | 0,502 | 0,501 |
| 0,55  | 0,619 | 0,590 | 0,575 | 0,570 | 0,566 | 0,564 | 0,561 | 0,556 | 0,554 | 0,552 |
| 0,60  | 0,693 | 0,657 | 0,637 | 0,630 | 0,624 | 0,621 | 0,617 | 0,610 | 0,607 | 0,605 |
| 0,61  | 0,709 | 0,671 | 0,650 | 0,642 | 0,636 | 0,632 | 0,628 | 0,621 | 0,618 | 0,615 |
| 0,62  | 0,725 | 0,685 | 0,663 | 0,654 | 0,648 | 0,644 | 0,640 | 0,632 | 0,629 | 0,626 |
| 0,63  | 0,741 | 0,699 | 0,676 | 0,667 | 0,660 | 0,662 | 0,652 | 0,644 | 0,640 | 0,637 |
| 0,64  | 0,758 | 0,714 | 0,689 | 0,680 | 0,673 | 0,668 | 0,664 | 0,656 | 0,651 | 0,648 |
| 0,65  | 0,775 | 0,729 | 0,703 | 0,693 | 0,686 | 0,681 | 0,676 | 0,668 | 0,662 | 0,659 |
| 0,66  | 0,792 | 0,744 | 0,717 | 0,706 | 0,699 | 0,694 | 0,688 | 0,680 | 0,674 | 0,670 |
| 0,67  | 0,810 | 0,760 | 0,731 | 0,720 | 0,712 | 0,707 | 0,700 | 0,692 | 0,686 | 0,681 |
| 0,98  | 0,829 | 0,776 | 0,746 | 0,734 | 0,725 | 0,720 | 0,713 | 0,704 | 0,698 | 0,692 |
| 0,69  | 0,848 | 0,792 | 0,761 | 0,748 | 0,739 | 0,733 | 0,726 | 0,716 | 0,710 | 0,704 |
| 0,70  | 0,867 | 0,809 | 0,776 | 0,763 | 0,753 | 0,746 | 0,739 | 0,728 | 0,722 | 0,716 |
| 0,71  | 0,887 | 0,826 | 0,791 | 0,778 | 0,767 | 0,760 | 0,752 | 0,741 | 0,734 | 0,728 |
| 0,72  | 0,907 | 0,843 | 0,807 | 0,793 | 0,781 | 0,774 | 0,766 | 0,754 | 0,747 | 0,740 |
| 0,73  | 0,928 | 0,861 | 0,823 | 0,808 | 0,796 | 0,788 | 0,780 | 0,767 | 0,760 | 0,752 |
| 0,74  | 0,950 | 0,880 | 0,840 | 0,823 | 0,811 | 0,802 | 0,794 | 0,780 | 0,773 | 0,764 |
| 0,75  | 0,972 | 0,899 | 0,857 | 0,839 | 0,827 | 0,816 | 0,808 | 0,794 | 0,786 | 0,776 |
| 0,76  | 0,996 | 0,919 | 0,874 | 0,855 | 0,843 | 0,832 | 0,823 | 0,808 | 0,799 | 0,788 |
| 0,77  | 1,020 | 0,939 | 0,892 | 0,872 | 0,860 | 0,848 | 0,838 | 0,822 | 0,812 | 0,801 |
| 0,78  | 1,045 | 0,960 | 0,911 | 0,890 | 0,877 | 0,865 | 0,854 | 0,837 | 0,826 | 0,814 |
| 0,79  | 1,071 | 0,982 | 0,930 | 0,908 | 0,895 | 0,882 | 0,870 | 0,852 | 0,840 | 0,828 |
| 0,80  | 1,098 | 1,006 | 0,950 | 0,929 | 0,913 | 0,900 | 0,887 | 0,867 | 0,854 | 0,842 |
| 0,81  | 1,127 | 1,031 | 0,971 | 0,947 | 0,932 | 0,918 | 0,904 | 0,882 | 0,869 | 0,857 |
| 0,82  | 1,156 | 1,056 | 0,993 | 0,968 | 0,951 | 0,937 | 0,922 | 0,898 | 0,884 | 0,872 |
| 0,83  | 1,188 | 1,082 | 1,016 | 0,990 | 0,971 | 0,956 | 0,940 | 0,915 | 0,900 | 0,888 |
| 0,84  | 1,221 | 1,110 | 1,040 | 1,013 | 0,992 | 0,976 | 0,960 | 0,933 | 0,917 | 0,904 |
| 0,85  | 1,256 | 1,139 | 1,065 | 1,037 | 1,015 | 0,997 | 0,980 | 0,952 | 0,935 | 0,921 |
| 0,86  | 1,293 | 1,170 | 1,092 | 1,062 | 1,039 | 1,019 | 1,002 | 0,972 | 0,953 | 0,938 |
| 0,87  | 1,333 | 1,203 | 1,120 | 1,088 | 1,065 | 1,043 | 1,025 | 0,993 | 0,972 | 0,956 |
| 0,88  | 1,375 | 1,238 | 1,151 | 1,116 | 1,092 | 1,069 | 1,049 | 1,015 | 0,992 | 0,975 |
| 0,89  | 1,421 | 1,276 | 1,183 | 1,146 | 1,121 | 1,097 | 1,075 | 1,039 | 1,014 | 0,995 |
| 0,90  | 1,472 | 1,316 | 1,218 | 1,179 | 1,152 | 1,127 | 1,103 | 1,065 | 1,038 | 1,017 |
| 0,905 | 1,499 | 1,338 | 1,237 | 1,197 | 1,169 | 1,143 | 1,117 | 1,079 | 1,050 | 1,028 |
| 0,910 | 1,527 | 1,361 | 1,257 | 1,216 | 1,186 | 1,159 | 1,132 | 1,093 | 1,063 | 1,040 |
| 0,915 | 1,557 | 1,385 | 1,278 | 1,236 | 1,204 | 1,176 | 1,148 | 1,108 | 1,077 | 1,053 |
| 0,920 | 1,589 | 1,411 | 1,300 | 1,257 | 1,223 | 1,194 | 1,165 | 1,124 | 1,091 | 1,066 |
| 0,925 | 1,622 | 1,439 | 1,323 | 1,279 | 1,243 | 1,214 | 1,184 | 1,141 | 1,106 | 1,080 |
| 0,930 | 1,658 | 1,469 | 1,348 | 1,302 | 1,265 | 1,265 | 1,204 | 1,159 | 1,122 | 1,095 |
| 0,935 | 1,696 | 1,501 | 1,374 | 1,326 | 1,288 | 1,257 | 1,225 | 1,178 | 1,139 | 1,111 |
| 0,940 | 1,738 | 1,535 | 1,403 | 1,352 | 1,312 | 1,280 | 1,247 | 1,198 | 1,157 | 1,128 |
| 0,945 | 1,782 | 1,571 | 1,434 | 1,380 | 1,338 | 1,305 | 1,271 | 1,219 | 1,176 | 1,146 |
| 0,950 | 1,831 | 1,610 | 1,467 | 1,411 | 1,367 | 1,332 | 1,297 | 1,241 | 1,197 | 1,165 |
| 0,955 | 1,885 | 1,653 | 1,504 | 1,445 | 1,399 | 1,362 | 1,325 | 1,265 | 1,220 | 1,186 |
| 0,960 | 1,945 | 1,701 | 1,545 | 1,483 | 1,435 | 1,395 | 1,356 | 1,292 | 1,246 | 1,209 |
| 0,965 | 2,013 | 1,756 | 1,591 | 1,526 | 1,475 | 1,432 | 1,391 | 1,324 | 1,275 | 1,235 |
| 0,970 | 2,092 | 1,820 | 1,644 | 1,575 | 1,521 | 1,475 | 1,431 | 1,362 | 1,308 | 1,265 |
| 0,975 | 2,184 | 1,895 | 1,707 | 1,632 | 1,575 | 1,525 | 1,479 | 1,407 | 1,347 | 1,300 |
| 0,980 | 2,297 | 1,985 | 1,783 | 1,703 | 1,640 | 1,587 | 1,537 | 1,460 | 1,394 | 1,344 |
| 0,985 | 2,442 | 2,100 | 1,881 | 1,795 | 1,727 | 1,666 | 1,611 | 1,525 | 1,455 | 1,400 |
| 0,990 | 2,646 | 2,264 | 2,018 | 1,921 | 1,844 | 1,777 | 1,714 | 1,614 | 1,538 | 1,474 |
| 0,995 | 3,000 | 2,544 | 2,250 | 2,137 | 2,043 | 1,965 | 1,889 | 1,770 | 1,680 | 1,605 |
| 1,005 | 2,997 | 2,139 | 1,647 | 1,477 | 1,329 | 1,218 | 1,107 | 0,954 | 0,826 | 0,730 |
| 1,010 | 2,652 | 1,863 | 1,419 | 1,265 | 1,138 | 1,031 | 0,936 | 0,790 | 0,680 | 0,598 |
| 1,015 | 2,450 | 1,704 | 1,291 | 1,140 | 1,022 | 0,922 | 0,836 | 0,702 | 0,603 | 0,525 |
| 1,020 | 2,307 | 1,591 | 1,193 | 1,053 | 0,940 | 0,847 | 0,766 | 0,641 | 0,546 | 0,474 |
| 1,025 | 2,197 | 1,504 | 1,119 | 0,986 | 0,879 | 0,789 | 0,712 | 0,594 | 0,503 | 0,435 |
| 1,030 | 2,107 | 1,432 | 1,061 | 0,931 | 0,827 | 0,742 | 0,668 | 0,555 | 0,468 | 0,402 |
| 1,035 | 2,031 | 1,372 | 1,010 | 0,885 | 0,784 | 0,702 | 0,632 | 0,522 | 0,439 | 0,375 |
| 1,040 | 1,966 | 1,320 | 0,967 | 0,845 | 0,747 | 0,668 | 0,600 | 0,494 | 0,416 | 0,353 |
| 1,045 | 1,908 | 1,274 | 0,929 | 0,810 | 0,716 | 0,638 | 0,572 | 0,469 | 0,394 | 0,334 |
| 1,05  | 1,857 | 1,234 | 0,896 | 0,779 | 0,687 | 0,612 | 0,548 | 0,447 | 0,375 | 0,317 |
| 1,06  | 1,768 | 1,164 | 0,838 | 0,726 | 0,640 | 0,566 | 0,506 | 0,411 | 0,343 | 0,290 |
| 1,07  | 1,693 | 1,105 | 0,790 | 0,682 | 0,600 | 0,529 | 0,471 | 0,381 | 0,316 | 0,266 |
| 1,08  | 1,629 | 1,053 | 0,749 | 0,645 | 0,565 | 0,497 | 0,441 | 0,355 | 0,292 | 0,245 |
| 1,09  | 1,573 | 1,009 | 0,713 | 0,612 | 0,534 | 0,469 | 0,415 | 0,332 | 0,271 | 0,226 |
| 1,10  | 1,522 | 0,969 | 0,680 | 0,583 | 0,506 | 0,444 | 0,392 | 0,312 | 0,253 | 0,210 |
| 1,11  | 1,477 | 0,933 | 0,652 | 0,557 | 0,482 | 0,422 | 0,372 | 0,293 | 0,237 | 0,196 |
| 1,12  | 1,436 | 0,901 | 0,626 | 0,533 | 0,461 | 0,402 | 0,354 | 0,277 | 0,223 | 0,183 |
| 1,13  | 1,398 | 0,872 | 0,602 | 0,512 | 0,442 | 0,384 | 0,337 | 0,263 | 0,211 | 0,172 |
| 1,14  | 1,363 | 0,846 | 0,581 | 0,493 | 0,424 | 0,368 | 0,322 | 0,250 | 0,200 | 0,162 |
| 1,15  | 1,331 | 0,821 | 0,561 | 0,475 | 0,407 | 0,353 | 0,308 | 0,238 | 0,190 | 0,153 |
| 1,16  | 1,301 | 0,797 | 0,542 | 0,458 | 0,391 | 0,339 | 0,295 | 0,227 | 0,181 | 0,145 |
| 1,17  | 1,273 | 0,775 | 0,525 | 0,442 | 0,377 | 0,326 | 0,283 | 0,217 | 0,173 | 0,137 |
| 1,18  | 1,247 | 0,755 | 0,510 | 0,427 | 0,364 | 0,314 | 0,272 | 0,208 | 0,165 | 0,130 |
| 1,19  | 1,222 | 0,736 | 0,495 | 0,415 | 0,352 | 0,302 | 0,262 | 0,200 | 0,158 | 0,124 |
| 1,20  | 1,199 | 0,718 | 0,480 | 0,400 | 0,341 | 0,292 | 0,252 | 0,192 | 0,151 | 0,118 |
| 1,21  | 1,177 | 0,701 | 0,467 | 0,388 | 0,330 | 0,282 | 0,243 | 0,184 | 0,144 | 0,113 |
| 1,22  | 1,156 | 0,685 | 0,454 | 0,377 | 0,320 | 0,272 | 0,235 | 0,177 | 0,138 | 0,108 |
| 1,23  | 1,136 | 0,670 | 0,442 | 0,366 | 0,310 | 0,263 | 0,227 | 0,170 | 0,132 | 0,103 |
| 1,24  | 1,117 | 0,656 | 0,431 | 0,356 | 0,301 | 0,255 | 0,219 | 0,164 | 0,126 | 0,098 |
| 1,25  | 1,098 | 0,643 | 0,420 | 0,346 | 0,292 | 0,247 | 0,212 | 0,158 | 0,121 | 0,094 |
| 1,26  | 1,081 | 0,630 | 0,410 | 0,337 | 0,284 | 0,240 | 0,205 | 0,152 | 0,116 | 0,090 |
| 1,27  | 1,065 | 0,618 | 0,400 | 0,328 | 0,276 | 0,233 | 0,199 | 0,147 | 0,111 | 0,086 |
| 1,28  | 1,049 | 0,606 | 0,391 | 0,320 | 0,268 | 0,226 | 0,193 | 0,142 | 0,107 | 0,082 |
| 1,29  | 1,033 | 0,594 | 0,382 | 0,312 | 0,261 | 0,220 | 0,187 | 0,137 | 0,103 | 0,079 |
| 1,30  | 1,018 | 0,582 | 0,373 | 0,304 | 0,254 | 0,214 | 0,181 | 0,133 | 0,099 | 0,076 |
| 1,31  | 1,004 | 0,571 | 0,365 | 0,297 | 0,247 | 0,208 | 0,176 | 0,129 | 0,095 | 0,073 |
| 1,32  | 0,990 | 0,561 | 0,357 | 0,290 | 0,241 | 0,202 | 0,171 | 0,125 | 0,092 | 0,070 |
| 1,33  | 0,977 | 0,551 | 0,349 | 0,283 | 0,235 | 0,197 | 0,166 | 0,121 | 0,089 | 0,067 |
| 1,34  | 0,964 | 0,542 | 0,341 | 0,277 | 0,229 | 0,192 | 0,161 | 0,117 | 0,086 | 0,064 |
| 1,35  | 0,952 | 0,533 | 0,334 | 0,271 | 0,224 | 0,187 | 0,157 | 0,113 | 0,083 | 0,061 |
| 1,36  | 0,940 | 0,524 | 0,328 | 0,265 | 0,219 | 0,182 | 0,153 | 0,109 | 0,080 | 0,058 |
| 1,37  | 0,928 | 0,516 | 0,322 | 0,259 | 0,214 | 0,177 | 0,149 | 0,106 | 0,077 | 0,056 |
| 1,38  | 0,917 | 0,508 | 0,316 | 0,253 | 0,209 | 0,173 | 0,145 | 0,103 | 0,074 | 0,054 |
| 1,39  | 0,906 | 0,500 | 0,310 | 0,248 | 0,204 | 0,169 | 0,141 | 0,100 | 0,072 | 0,052 |
| 1,40  | 0,896 | 0,492 | 0,304 | 0,243 | 0,199 | 0,165 | 0,137 | 0,097 | 0,070 | 0,050 |
| 1,41  | 0,886 | 0,484 | 0,298 | 0,238 | 0,195 | 0,161 | 0,134 | 0,094 | 0,068 | 0,048 |
| 1,42  | 0,876 | 0,477 | 0,293 | 0,233 | 0,191 | 0,157 | 0,131 | 0,091 | 0,066 | 0,046 |
| 1,43  | 0,866 | 0,470 | 0,288 | 0,229 | 0,187 | 0,153 | 0,128 | 0,088 | 0,064 | 0,045 |
| 1,44  | 0,856 | 0,463 | 0,283 | 0,225 | 0,183 | 0,150 | 0,125 | 0,085 | 0,062 | 0,044 |
| 1,45  | 0,847 | 0,456 | 0,278 | 0,221 | 0,179 | 0,147 | 0,122 | 0,083 | 0,060 | 0,043 |
| 1,46  | 0,838 | 0,450 | 0,273 | 0,217 | 0,175 | 0,144 | 0,119 | 0,081 | 0,058 | 0,042 |
| 1,47  | 0,829 | 0,444 | 0,268 | 0,213 | 0,171 | 0,141 | 0,116 | 0,079 | 0,056 | 0,041 |
| 1,48  | 0,821 | 0,438 | 0,263 | 0,209 | 0,168 | 0,138 | 0,113 | 0,077 | 0,054 | 0,040 |
| 1,49  | 0,813 | 0,432 | 0,259 | 0,205 | 0,165 | 0,135 | 0,110 | 0,075 | 0,053 | 0,039 |
| 1,50  | 0,805 | 0,426 | 0,255 | 0,201 | 0,162 | 0,132 | 0,108 | 0,073 | 0,052 | 0,038 |
| 1,55  | 0,767 | 0,399 | 0,235 | 0,184 | 0,147 | 0,119 | 0,097 | 0,065 | 0,045 | 0,032 |
| 1,60  | 0,733 | 0,376 | 0,218 | 0,170 | 0,134 | 0,108 | 0,087 | 0,058 | 0,039 | 0,027 |
| 1,65  | 0,703 | 0,355 | 0,203 | 0,157 | 0,123 | 0,098 | 0,079 | 0,052 | 0,034 | 0,023 |
| 1,70  | 0,675 | 0,336 | 0,189 | 0,145 | 0,113 | 0,090 | 0,072 | 0,046 | 0,030 | 0,020 |
| 1,75  | 0,650 | 0,318 | 0,177 | 0,134 | 0,104 | 0,083 | 0,065 | 0,041 | 0,026 | 0,017 |
| 1,80  | 0,626 | 0,303 | 0,166 | 0,124 | 0,096 | 0,077 | 0,060 | 0,037 | 0,023 | 0,015 |
| 1,85  | 0,605 | 0,289 | 0,156 | 0,115 | 0,089 | 0,071 | 0,055 | 0,033 | 0,020 | 0,013 |
| 1,90  | 0,585 | 0,276 | 0,147 | 0,108 | 0,083 | 0,066 | 0,050 | 0,030 | 0,018 | 0,011 |
| 1,95  | 0,567 | 0,264 | 0,139 | 0,102 | 0,078 | 0,061 | 0,046 | 0,027 | 0,015 | 0,009 |
| 2,0  | 0,550 | 0,253 | 0,132 | 0,097 | 0,073 | 0,057 | 0,043 | 0,025 | 0,013 | 0,008 |
| 2,1  | 0,518 | 0,233 | 0,119 | 0,086 | 0,064 | 0,049 | 0,037 | 0,021 | 0,012 | 0,007 |
| 2,2  | 0,490 | 0,216 | 0,108 | 0,077 | 0,057 | 0,043 | 0,032 | 0,018 | 0,010 | 0,006 |
| 2,3  | 0,466 | 0,201 | 0,098 | 0,069 | 0,051 | 0,038 | 0,028 | 0,015 | 0,008 | 0,005 |
| 2,4  | 0,444 | 0,188 | 0,090 | 0,063 | 0,046 | 0,034 | 0,024 | 0,013 | 0,007 | 0,004 |
| 2,5  | 0,424 | 0,176 | 0,082 | 0,057 | 0,041 | 0,031 | 0,021 | 0,011 | 0,006 | 0,003 |
| 2,6  | 0,405 | 0,165 | 0,076 | 0,052 | 0,037 | 0,028 | 0,019 | 0,010 | 0,005 | 0,003 |
| 2,7  | 0,389 | 0,155 | 0,070 | 0,048 | 0,033 | 0,025 | 0,017 | 0,009 | 0,005 | 0,002 |
| 2,8  | 0,374 | 0,146 | 0,065 | 0,044 | 0,030 | 0,022 | 0,015 | 0,008 | 0,004 | 0,002 |
| 2,9  | 0,360 | 0,138 | 0,060 | 0,040 | 0,027 | 0,020 | 0,013 | 0,007 | 0,004 | 0,001 |
| 3,0  | 0,346 | 0,131 | 0,056 | 0,037 | 0,025 | 0,019 | 0,012 | 0,006 | 0,003 | 0,001 |
| 3,5  | 0,294 | 0,104 | 0,041 | 0,026 | 0,017 | 0,012 | 0,008 | 0,004 | 0,002 | 0,001 |
| 4,0  | 0,255 | 0,084 | 0,031 | 0,019 | 0,012 | 0,008 | 0,005 | 0,002 | 0,001 | 0,000 |
| 4,5  | 0,226 | 0,070 | 0,025 | 0,014 | 0,009 | 0,007 | 0,004 | 0,002 | 0,001 | 0,000 |
| 5,0  | 0,203 | 0,059 | 0,020 | 0,010 | 0,007 | 0,005 | 0,003 | 0,001 | 0,000 | 0,000 |
| 6,0  | 0,168 | 0,047 | 0,014 | 0,007 | 0,004 | 0,003 | 0,002 | 0,001 | 0,000 | 0,000 |
| 8,0  | 0,126 | 0,029 | 0,009 | 0,004 | 0,002 | 0,002 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 10,0  | 0,100 | 0,021 | 0,005 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

--------------------------------

<\*> Гидравлический показатель русла.

<\*\*> Значения относительной глубины, определяемые в п. 2.3.2 по [формулам (44а)](#Par609) и [(44б).](#Par615)