

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

"БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"

КАФЕДРА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ МЕЛИОРАЦИЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению *практических* заданий и курсовой работы по курсу "Инженерная гидрология и регулирование стока» для студентов специальностей: 74 05 01-«Мелиорация и водное хозяйство» и 70 04 03- «Водоснабжение, водоотведение, очистка природных и сточных вод» дневной формы обучения

БРЕСТ 2008

УДК 631.6

Методические указания к выполнению практических заданий по курсу «Инженерная гидрология и регулирование стока» для студентов специальностей: 74 05 01 - «Мелиорация и водное хозяйство» и 70 04 03 - «Водоснабжение, водоотведение, очистка природных и сточных вод».

Составители: **А.А. Волчек**, профессор, д.г.н

Ю.В. Стефаненко, доцент, к.т.н.

А.А. Волчек, аспирантка кафедры СХГТМ

Рецензент: зав. кафедрой экологии УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», доктор географических наук, доцент
КИРВЕЛЬ ИВАН ИОСИФОВИЧ

Практическая работа № 1

Тема. Определение нормы годового стока

Цель работы. Определить норму годового стока при наличии данных гидрометрических наблюдений

Краткие теоретические сведения

Одной из основных характеристик гидрологического режима реки, которая используется в гидрологических расчетах при определении других характеристик стока, является средняя многолетняя величина или *норма годового стока*.

Норма стока – среднее значение за многолетний период при неизменных физико-географических условиях и одинаковом уровне хозяйственной деятельности в бассейне реки, включающей несколько (не менее двух) четных замкнутых циклов колебаний водности, при увеличении которых средняя арифметическая величина не меняется или слабо изменяется. При наличии данных гидрометрических наблюдений согласно [1] норма стока \bar{Q} определяется по формуле:

$$\bar{Q} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n}, \quad (1.1)$$

где Q_i – годовые значения расходов воды, м³/с;
 n – число лет гидрометрических наблюдений.

Расход воды Q – количество воды, протекающей в единицу времени через данное живое сечение реки, измеряется в м³/с. Расход воды округляют до трех значащих цифр.

Продолжительность рассматриваемого периода считается достаточной, а период репрезентативен (представителен), если относительная средняя квадратическая ошибка нормы стока не превышает 10 % [1].

Среднеквадратическое отклонение (погрешность) σ – мера рассеивания (дисперсия) значений гидрометеорологической характеристики от ее среднего значения. Случайные средние квадратические отклонения выборочных средних ($\sigma_{\bar{Q}}$) в процентах определяются без учета автокорреляции по приближенной зависимости:

$$\sigma_{\bar{Q}} = \pm \frac{C_v}{\sqrt{n}} \cdot 100\%, \quad (1.2)$$

где C_v – коэффициент вариации (изменчивости) ряда годовых величин стока, можно определить методом моментов по формуле:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (k_i - 1)^2}{n - 1}}, \quad (1.3)$$

где k_i – модульный коэффициент рассматриваемой гидрологической характеристики, определяемый по формуле:

$$k_i = \frac{Q_i}{\bar{Q}}. \quad (1.4)$$

Модульные коэффициенты характеризуют водность данного года. Так, годы с модульным коэффициентом, большим единицы, являются многоводными, а годы с модульным коэффициентом меньше единицы – маловодными.

Ход выполнения работы

Требуется определить норму годового стока при наличии данных наблюдений для р. Оресса – с. Андреевка. Исходный ряд наблюдений за годовым стоком приведен в табл. 1.1

Таблица 1.1 Годовые расходы воды р. Оресса – с. Андреевка за 1966 – 2000 гг.

№ члена ряда	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Год	2	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Q_i , м ³ /с	3	19,7	20,3	20,0	16,9	26,5	20,9	13,7	15,7	19,2	23,1	14,7

Продолжение таблицы 1.1

1	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
2	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
3	18,3	20,1	21,5	29,2	23,8	23,0	18,7	8,9	12,5	12,8	11,0	14,3

Продолжение таблицы 1.1

1	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
2	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
3	14,3	18,3	18,4	11,5	21,0	21,8	13,9	12,3	15,7	30,2	23,6	14,8

По формуле 1.1 определяем норму годового стока р. Оресса – с. Андреевка:

$$\bar{Q} = \frac{640,6}{35} = 18,3 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Для определения репрезентативности ряда находят среднюю квадратическую ошибку по формуле 1.2 и коэффициент изменчивости стока по формуле 1.3. Расчеты сводят в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 Определение модульных коэффициентов р. Оресса – с. Андреевка

№ п/п	Год	Q_i , м ³ /с	k_i	k_i-1	$(k_i-1)^2$	№ п/п	Год	Q_i , м ³ /с	k_i	k_i-1	$(k_i-1)^2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1966	19,7	1,076	0,076	0,006	19	1984	8,9	0,484	-0,516	0,266
2	1967	20,3	1,109	0,109	0,012	20	1985	12,5	0,683	-0,317	0,100
3	1968	20,0	1,093	0,093	0,009	21	1986	12,8	0,699	-0,301	0,090
4	1969	16,9	0,923	-0,077	0,006	22	1987	11,0	0,601	-0,399	0,159
5	1970	26,5	1,448	0,448	0,201	23	1988	14,3	0,781	-0,219	0,048
6	1971	20,9	1,142	0,142	0,020	24	1989	14,3	0,781	-0,219	0,048
7	1972	13,7	0,749	-0,251	0,063	25	1990	18,3	1,000	0,000	0,000
8	1973	15,7	0,858	-0,142	0,020	26	1991	18,4	1,005	0,005	0,000
9	1974	19,2	1,049	0,049	0,002	27	1992	11,5	0,628	-0,372	0,138
10	1975	23,1	1,262	0,262	0,069	28	1993	21,0	1,147	0,147	0,022
11	1976	14,7	0,803	-0,197	0,039	29	1994	21,8	1,191	0,191	0,037
12	1977	18,3	1,000	0,000	0,000	30	1995	13,9	0,759	-0,241	0,058
13	1978	20,1	1,098	0,098	0,010	31	1996	12,3	0,672	-0,328	0,108
14	1979	21,5	1,175	0,175	0,031	32	1997	15,7	0,858	-0,142	0,020
15	1980	29,2	1,595	0,595	0,355	33	1998	30,2	1,650	0,650	0,423
16	1981	23,8	1,300	0,300	0,090	34	1999	23,6	1,289	0,289	0,084
17	1982	23,0	1,257	0,257	0,066	35	2000	14,8	0,809	-0,191	0,037
18	1983	18,7	1,022	0,022	0,000	Сумма		640,6		0,0	2,63
						Среднее		18,3			

Для контроля вычислений необходимо иметь в виду, что сумма модульных коэффициентов за расчетный ряд лет должна быть равна числу лет (в нашем случае $n=35$), а сумма значений $(k-1)$ должна равняться нулю.

По формуле 1.3 находим коэффициент вариации:

$$C_v = \sqrt{\frac{2,63}{35-1}} = 0,28,$$

тогда средняя квадратическая ошибка будет равна

$$\sigma_{\bar{x}} = \pm \frac{0,28}{\sqrt{35}} \cdot 100 = 4,7\%$$

Полученная ошибка $\sigma_{\bar{x}} = 4,7\% < 10\%$ меньше допустимой, следовательно, значение нормы стока определено с допустимой погрешностью и может использоваться в дальнейших расчетах.

Исходные данные для выполнения работы приведены в табл. А1 Приложения А.

Практическая работа № 2

Тема. Определение статистических параметров вариационного стокового ряда. Построение теоретической кривой обеспеченности годового стока

Цель работы. 1) Определить статистические параметры вариационного стокового ряда различными методами;

2) Построить эмпирическую и теоретические кривые обеспеченности;

3) Найти величину годового стока заданной обеспеченности.

Краткие теоретические сведения

При водохозяйственном использовании реки необходимо знать не только среднюю величину (норму стока), но и сток различной вероятности превышения (обеспеченности), то есть возможные его колебания на весь запланированный период службы сооружения.

Для определения годового стока различной обеспеченности используются кривые распределения или обеспеченности. В общем случае, если рассматривать изменяющийся (вариационный) стоковый ряд, вид кривой обеспеченности зависит от средней арифметической величины ряда (нормы стока), коэффициента вариации C_v и коэффициента асимметрии C_s .

Коэффициент вариации (изменчивости) – безразмерный статистический параметр, характеризующий изменчивость гидрометеорологической величины относительно ее среднего значения.

Коэффициент асимметрии – безразмерный статистический параметр, характеризующий степень несимметричности распределения ряда рассматриваемой гидрометеорологической величины относительно ее среднего значения.

Расчетные коэффициенты вариации C_v и асимметрии C_s для биномиального распределения методом моментов определяется по формулам:

$$C_v = \left(a_1 + \frac{a_2}{n} \right) + \left(a_3 + \frac{a_4}{n} \right) \cdot \bar{C}_v + \left(a_5 + \frac{a_6}{n} \right) \cdot \bar{C}_v^2 \quad (2.1)$$

$$C_s = \left(b_1 + \frac{b_2}{n} \right) + \left(b_3 + \frac{b_4}{n} \right) \cdot \bar{C}_s + \left(b_5 + \frac{b_6}{n} \right) \cdot \bar{C}_s^2 \quad (2.2)$$

где $a_1...a_6$; $b_1...b_6$ – коэффициенты, определяемые по табл. 4.1 и табл. 4.2 [1], в зависимости от соотношения $\tilde{C}_S / \tilde{C}_V$ и коэффициента автокорреляции между смежными числами ряда; \tilde{C}_V , \tilde{C}_S – соответственно смещенные коэффициенты вариации и асимметрии, определяемые по формулам:

$$\tilde{C}_V = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (k_i - 1)^2}{n - 1}} \quad (2.3)$$

$$\tilde{C}_S = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (k_i - 1)^3}{C_V^3 \cdot (n - 1)(n - 2)} \quad (2.4)$$

Среднеквадратическая ошибка коэффициента вариации находится по формуле:

$$\sigma_{C_V} = \pm \sqrt{\frac{3}{2 \cdot n \cdot (3 + C_V^2)}} \cdot 100\% \quad (2.5)$$

Коэффициент корреляции R – мера тесноты связи между рассматриваемыми характеристиками (переменными). Частный коэффициент корреляции изменяется в пределах от -1 до 1 , чем ближе к единице, тем теснее связь.

Коэффициент автокорреляции $r(\tau)$ – характеризует связь ряда гидрологических величин с этим же рядом, сдвинутым на некоторый интервал времени τ . Коэффициент автокорреляции позволяет судить о случайности и независимости значений характеристики ряда. Значения $r(\tau) \leq 0,2$ считаются несущественными. Коэффициент автокорреляции $r(1)$ находится по формуле:

$$r(1) = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} (Q_i - \bar{Q}_1) \cdot (Q_{i+1} - \bar{Q}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} (Q_i - \bar{Q}_1)^2 \cdot \sum_{i=2}^n (Q_i - \bar{Q}_2)^2}}, \quad (2.6)$$

где

$$\bar{Q}_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} Q_i}{n - 1}, \quad (2.7)$$

$$\bar{Q}_2 = \frac{\sum_{i=2}^n Q_i}{n - 1}. \quad (2.8)$$

Для определения коэффициентов вариации и асимметрии методом наибольшего правдоподобия сначала вычисляются статистики λ_2 и λ_3 . Расчетные коэффициенты вариации и асимметрии определяются в зависимости от статистик λ_2 и λ_3 по формулам:

$$\lambda_2 = \frac{\sum_{i=1}^n \lg k_i}{n - 1}, \quad (2.9)$$

$$\lambda_3 = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \lg k_i}{n - 1}. \quad (2.10)$$

Значения C_V и C_S определяют по специальным номограммам Приложения Е [1] как функции статистик λ_2 и λ_3 .

Для построения эмпирических кривых обеспеченности необходимо определить обеспеченность каждого члена стокового ряда.

Ежегодная вероятность превышения (обеспеченность) расхода воды (P , %) – это вероятность появления расхода, равного или превышающего заданное значение. Чем больше вероятность превышения, тем меньше значение гидрометеорологической характеристики и наоборот. Для определения эмпирических обеспеченностей применяется формула:

$$P = \frac{m}{n+1} \cdot 100\% \quad (2.11)$$

где m – порядковый номер убывающего ряда; n – число членов ряда.

От обеспеченности можно перейти к *вероятной повторяемости в годах (N)* расхода, равного или превышающего заданный, используя следующие формулы:

$$\text{при } P \leq 50\% \quad N = \frac{100}{P} \quad (2.12)$$

$$\text{при } P \geq 50\% \quad N = \frac{100}{1-P} \quad (2.13)$$

Если, пользуясь формулой (2.11), вычислить обеспеченность всех членов данного ряда, расположенного в убывающем порядке, можно по полученным значениям обеспеченности и отвечающим им значениям расходов воды построить эмпирическую кривую обеспеченности. Однако из-за отсутствия длительных рядов наблюдений, такая кривая не позволяет определить расходы воды редкой повторяемости (в 100, 500, 1000 лет). Эмпирическую кривую необходимо экстраполировать. Для этой цели используются теоретические кривые распределения (трехпараметрическое гамма-распределение и распределение Пирсона III типа), для построения которых необходимо вычислить коэффициент вариации C_V и асимметрии C_S и рассчитать ординаты теоретических кривых.

При наличии длительных данных гидрометрических наблюдений СНиП 2.01.14-83 [3] предусматривает следующие методы определения этих коэффициентов: метод моментов, метод наибольшего правдоподобия и графоаналитический метод (метод квантилей Алексева).

В работе будут рассматриваться два первых метода, как наиболее точные при расчетах.

Ход выполнения работы.

1 Метод наибольшего правдоподобия. Данный метод заключается в том, что в качестве оценки для неизвестного параметра принимают такое его значение, при котором функция правдоподобия (произведение вероятностей наблюдаемых величин) достигает наибольшего возможного значения. Применяется при любой изменчивости стока.

Значения годовых расходов воды (Q) располагаем в убывающем порядке, определяем эмпирическую ежегодную вероятность превышения по формуле 2.11. Рассчитывают модульные коэффициенты (k_i) по формуле 1.4, а также $\lg k_i$ и произведение $k_i \lg k_i$. Расчет следует вести в табличной форме (табл. 2.1).

Таблица 2.1 Параметры кривой распределения годовых расходов воды, рассчитанные методом наибольшего правдоподобия р. Оресса – с. Андреевка

№ п/п	Год	Q_i , м ³ /с	Q_i убыва, м ³ /с	P_i , %	k_i	$\lg k_i$	$k_i \cdot \lg k_i$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1966	19,7	30,2	2,8	1,650	0,2175	0,3589
2	1967	20,3	29,2	5,6	1,595	0,2029	0,3237
3	1968	20,0	26,5	8,3	1,448	0,1608	0,2328
4	1969	16,9	23,8	11,1	1,300	0,1141	0,1484
5	1970	26,5	23,6	13,9	1,289	0,1104	0,1424
6	1971	20,9	23,1	16,7	1,262	0,1011	0,1276
7	1972	13,7	23,0	19,4	1,257	0,0992	0,1247
8	1973	15,7	21,8	22,2	1,191	0,0760	0,0905
9	1974	19,2	21,5	25,0	1,175	0,0699	0,0822
10	1975	23,1	21,0	27,8	1,147	0,0597	0,0685
11	1976	14,7	20,9	30,6	1,142	0,0577	0,0658
12	1977	18,3	20,3	33,3	1,109	0,0450	0,0499
13	1978	20,1	20,1	36,1	1,098	0,0407	0,0447
14	1979	21,5	20,0	38,9	1,093	0,0385	0,0421
15	1980	29,2	19,7	41,7	1,076	0,0320	0,0344
16	1981	23,8	19,2	44,4	1,049	0,0208	0,0218
17	1982	23,0	18,7	47,2	1,022	0,0093	0,0096
18	1983	18,7	18,4	50,0	1,005	0,0023	0,0023
19	1984	8,9	18,3	52,8	1,000	0,0000	0,0000
20	1985	12,5	18,3	55,6	1,000	0,0000	0,0000
21	1986	12,8	16,9	58,3	0,923	-0,0346	-0,0320
22	1987	11,0	15,7	61,1	0,858	-0,0666	-0,0571
23	1988	14,3	15,7	63,9	0,858	-0,0666	-0,0571
24	1989	14,3	14,8	66,7	0,809	-0,0922	-0,0746
25	1990	18,3	14,7	69,4	0,803	-0,0952	-0,0764
26	1991	18,4	14,3	72,2	0,781	-0,1072	-0,0837
27	1992	11,5	14,3	75,0	0,781	-0,1072	-0,0837
28	1993	21,0	13,9	77,8	0,759	-0,1195	-0,0907
29	1994	21,8	13,7	80,6	0,749	-0,1258	-0,0941
30	1995	13,9	12,8	83,3	0,699	-0,1553	-0,1086
31	1996	12,3	12,5	86,1	0,683	-0,1656	-0,1131
32	1997	15,7	12,3	88,9	0,672	-0,1726	-0,1160
33	1998	30,2	11,5	91,7	0,628	-0,2018	-0,1268
34	1999	23,6	11,0	94,4	0,601	-0,2211	-0,1329
35	2000	14,8	8,9	97,2	0,484	-0,3151	-0,1525
Сумма		640,6			35,0	-0,588	0,571
Среднее		18,3					

Расчетный коэффициент вариации и коэффициент асимметрии определяется в зависимости от статистик λ_2 и λ_3 , которые определяются по формулам 2.9 – 2.10.

$$\lambda_2 = \frac{-0,588}{35-1} = -0,017; \quad \lambda_3 = \frac{0,571}{35-1} = 0,017.$$

Используя номограмму 3 Приложения Б, определяем $C_V=0,28$, при $C_S=3,0$. Далее по этим параметрам определяем модульные коэффициенты для трехпараметрического гамма-распределения по Приложению В или по табл. Ж.1 [1]. Результаты заносим в табл. 2.2 и, используя $\bar{Q}=18,3$ м³/с, определяем ординаты аналитической кривой по формуле:

$$Q_p = k_p \cdot \bar{Q}, \quad (2.14)$$

где k_p – модульный коэффициент различной обеспеченности.

Таблица 2.2 Ординаты аналитической кривой трехпараметрического гамма-распределения годовых расходов р. Оресса – с. Андреевка

P, %	0,01	0,1	1	5	10	25	50	75	95	99	99,9
k_p	2,674	2,242	1,830	1,512	1,372	1,160	0,963	0,800	0,612	0,511	0,411
Q_p	48,9	41,0	33,5	27,7	25,1	21,2	17,6	14,6	11,2	9,35	7,52

Определяем средние квадратические ошибки нормы годового стока и коэффициента вариации без учета автокорреляции по формулам 1.2 и 2.5.

$$\sigma_{\bar{Q}} = \pm \frac{0,283}{\sqrt{35}} \cdot 100\% = \pm 4,78\%,$$

$$\sigma_{C_V} = \pm \sqrt{\frac{3}{2 \cdot 35 - (3 + 0,283^2)}} \cdot 100\% = \pm 11,8\%$$

Полученная ошибка нормы стока не превышает допустимого значения $4,78\% < 10\%$.

2 Метод моментов. В основе выравнивания эмпирических кривых распределения, которое заключается в том, что эмпирическая кривая заменяется такой теоретической кривой, моменты площади которой равны моментам площади эмпирической кривой. Из этого следует, что среднее арифметическое значение переменной или первый момент эмпирической кривой приравнивается к первому моменту математической кривой. Среднее квадратическое отклонение, или коэффициент вариации, представляющий собой второй момент эмпирической кривой, приравнивается ко второму моменту математической кривой. Коэффициент асимметрии, или третий момент эмпирической кривой, приравнивается к третьему моменту математической кривой. Эти положения составляют сущность метода моментов, на основе которого выполняется выравнивание эмпирических кривых распределения с помощью аналитических кривых распределения. Обычно применяется в случае, если изменчивость годового стока невелика и характеризуется коэффициентами вариации $C_V \leq 0,50$.

Расчет статистических параметров кривой распределения годовых расходов воды приведен в табл. 2.3.

Таблица 2.3 Параметры кривой распределения годовых расходов воды, рассчитанные методом моментов р. Оресса – с. Андреевка

№ п/п	Год	Q_i , м ³ /с	$Q_{i \text{ убыва.}}$, м ³ /с	P, %	k_i	k_i-1	$(k_i-1)^2$	$(k_i-1)^3$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1966	19,7	30,2	2,8	1,650	0,650	0,4227	0,2748
2	1967	20,3	29,2	5,6	1,595	0,595	0,3546	0,2112
3	1968	20,0	26,5	8,3	1,448	0,448	0,2007	0,0899
4	1969	16,9	23,8	11,1	1,300	0,300	0,0903	0,0271
5	1970	26,5	23,6	13,9	1,289	0,289	0,0838	0,0243
6	1971	20,9	23,1	16,7	1,262	0,262	0,0687	0,0180
7	1972	13,7	23,0	19,4	1,257	0,257	0,0659	0,0169
8	1973	15,7	21,8	22,2	1,191	0,191	0,0365	0,0070
9	1974	19,2	21,5	25,0	1,175	0,175	0,0305	0,0053
10	1975	23,1	21,0	27,8	1,147	0,147	0,0217	0,0032
11	1976	14,7	20,9	30,6	1,142	0,142	0,0202	0,0029
12	1977	18,3	20,3	33,3	1,109	0,109	0,0119	0,0013
13	1978	20,1	20,1	36,1	1,098	0,098	0,0097	0,0009
14	1979	21,5	20,0	38,9	1,093	0,093	0,0086	0,0008
15	1980	29,2	19,7	41,7	1,076	0,076	0,0058	0,0004
16	1981	23,8	19,2	44,4	1,049	0,049	0,0024	0,0001
17	1982	23,0	18,7	47,2	1,022	0,022	0,0005	0,0000
18	1983	18,7	18,4	50,0	1,005	0,005	0,0000	0,0000
19	1984	8,9	18,3	52,8	1,000	0,000	0,0000	0,0000
20	1985	12,5	18,3	55,6	1,000	0,000	0,0000	0,0000
21	1986	12,8	16,9	58,3	0,923	-0,077	0,0059	-0,0004
22	1987	11,0	15,7	61,1	0,858	-0,142	0,0202	-0,0029
23	1988	14,3	15,7	63,9	0,858	-0,142	0,0202	-0,0029
24	1989	14,3	14,8	66,7	0,809	-0,191	0,0366	-0,0070
25	1990	18,3	14,7	69,4	0,803	-0,197	0,0387	-0,0076
26	1991	18,4	14,3	72,2	0,781	-0,219	0,0478	-0,0105
27	1992	11,5	14,3	75,0	0,781	-0,219	0,0478	-0,0105
28	1993	21,0	13,9	77,8	0,759	-0,241	0,0578	-0,0139
29	1994	21,8	13,7	80,6	0,749	-0,251	0,0632	-0,0159
30	1995	13,9	12,8	83,3	0,699	-0,301	0,0904	-0,0272
31	1996	12,3	12,5	86,1	0,683	-0,317	0,1005	-0,0319
32	1997	15,7	12,3	88,9	0,672	-0,328	0,1075	-0,0353
33	1998	30,2	11,5	91,7	0,628	-0,372	0,1381	-0,0513
34	1999	23,6	11,0	94,4	0,601	-0,399	0,1592	-0,0635
35	2000	14,8	8,9	97,2	0,484	-0,516	0,2661	-0,1373
Сумма		640,6			35,0	0,0	2,63	0,266
Среднее		18,3						

По полученным значениям вычисляем смещенные коэффициенты вариации и асимметрии по формулам 2.3 и 2.4.

$$\tilde{C}_V = \sqrt{\frac{2,63}{35-1}} = 0,28, \quad \tilde{C}_S = \frac{35 \cdot 0,266}{0,28^3 \cdot (35-1)(35-2)} = 0,38,$$

$$\frac{\tilde{C}_S}{\tilde{C}_V} = \frac{0,38}{0,28} = 1,4.$$

Полученное соотношение менее 2,0, поэтому принимаем $\frac{\tilde{C}_S}{\tilde{C}_V} = 2,0$ для дальнейших расчетов. Определяем средние квадратические ошибки нормы годового стока и коэффициента вариации без учета автокорреляции по формулам 1.2 и 2.5.

$$\sigma_{\bar{d}} = \pm \frac{0,28}{\sqrt{35}} \cdot 100\% = \pm 4,73\%,$$

$$\sigma_{C_V} = \pm \sqrt{\frac{3}{2 \cdot 35 \cdot (3 + 0,28^2)}} \cdot 100\% = \pm 11,8\%$$

Полученная ошибка нормы стока не превышает допустимого значения 4,73% < 10%, следовательно продолжительность рассматриваемого периода достаточна.

В случае, когда $\frac{\tilde{C}_S}{\tilde{C}_V} \geq 2,0$, определяем расчетные несмещенные значения коэффициентов вариации и асимметрии по формулам 2.1 и 2.2 в зависимости от коэффициента автокорреляции, рассчитанного по формуле 2.6. Коэффициенты $a_1 \dots a_6$ и $b_1 \dots b_6$, определяем по Приложению Г.

По принятым параметрам $C_S = 0,56$ и норме стока вычисляем ординаты биномиальной кривой распределения (табл. 2.4). Число Фостера (Φ_p) определяем по Приложению Д или по табл. К.1 [1]. Модульный коэффициент рассчитываем по формуле:

$$k_p = \Phi_p \cdot C_V + 1, \quad (2.15)$$

где Φ – нормированное отклонение ординаты кривой обеспеченности.

Таблица 2.4 Ординаты аналитической кривой биномиального распределения годовых расходов р. Оресса – с. Андреевка (для метода моментов)

P, %	0,01	0,1	1	5	10	25	50	75	95	99	99,9
Φ_p	4,962	3,900	2,722	1,790	1,328	0,614	-0,094	-0,718	-1,464	-1,910	-2,324
k_p	2,411	2,109	1,774	1,509	1,378	1,175	0,973	0,796	0,584	0,457	0,339
Q_p	44,1	38,6	32,5	27,6	25,2	21,5	17,8	14,6	10,7	8,36	6,21

По полученным данным на клетчатке вероятности строятся аналитические кривые трехпараметрического гамма-распределения (табл. 2.2) и биномиального распределения (табл. 2.4), а также наносятся эмпирические точки (табл. 2.1, графа 4) годовых расходов воды р. Оресса – с. Андреевка. Анализируя рис. 2.1, делаем вывод, что наибольшее соответствие эмпирическим точкам наблюдается у кривой биномиального распределения, по которой снимаем искомое значение годового стока заданной обеспеченности $Q_{97\%} = 8,75 \text{ м}^3/\text{с}$.

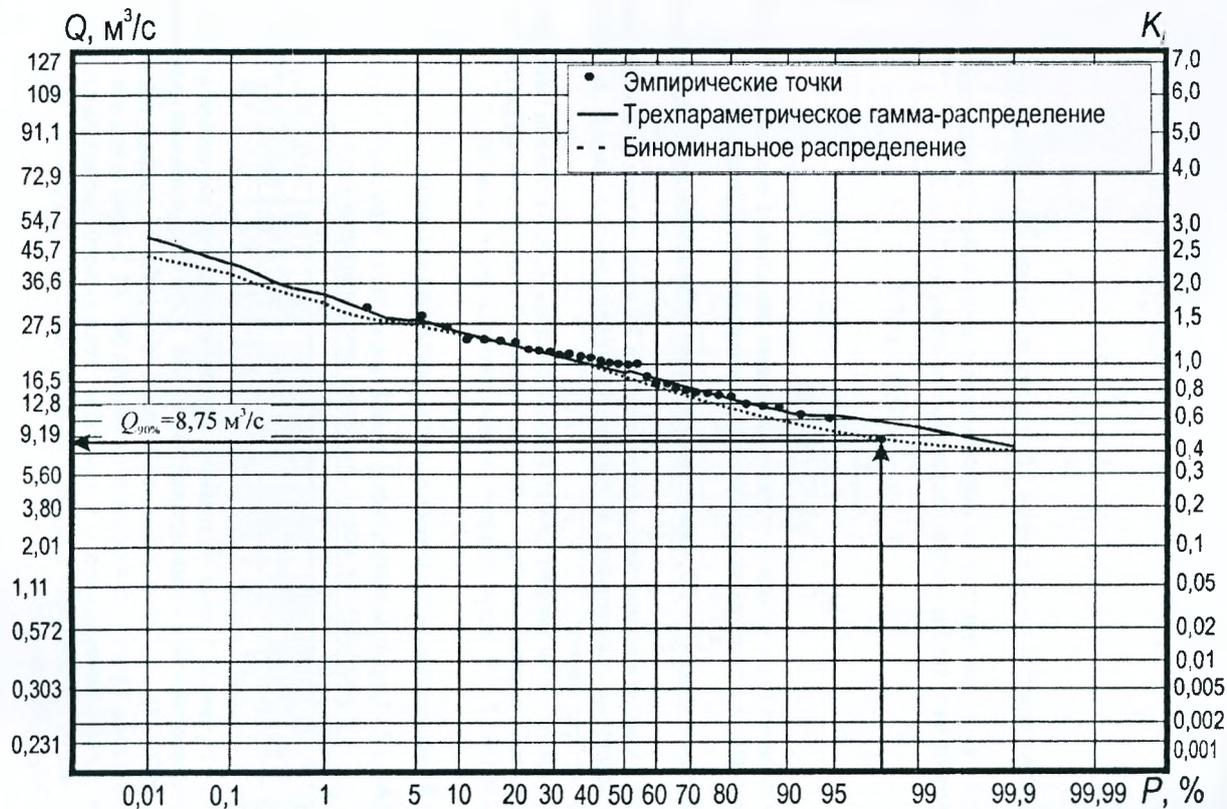


Рис. 2.1 Кривые распределения годовых расходов р. Орсса – с. Андреевка

Практическая работа № 3

Тема. Расчет внутригодового распределения стока

Цель работы. Рассчитать внутригодовое распределение годового стока при отсутствии данных наблюдений.

Краткие теоретические сведения

В практике гидрологических расчетов очень часто возникает необходимость определения не только годового стока, но и его внутригодовое распределение. Внутригодовое распределение стока в зависимости от задач водохозяйственного проектирования может быть представлено в виде хронологического изменения расходов по месяцам или сезонам или в порядке убывания расходов воды.

Внутрисезонное распределение стока зависит от водности сезона. Распределение стока по месяцам устанавливают приблизительно с некоторой схематизацией. Внутригодовое распределение рассчитывают для пяти характерных лет: очень многоводный год с обеспеченностью менее 10 %, многоводный, включающий годы с обеспеченностью стока в интервале от 5 до 33 %, средний по водности с обеспеченностью от 33 до 66 %, маловодный год с обеспеченностью от 66 до 90% и очень маловодный год с обеспеченностью более 90 %.

При отсутствии или недостаточности данных наблюдений расчет внутригодового распределения стока ведут по методу гидрологической аналогии.

При отсутствии надежных аналогов внутригодовое распределение стока рассчитывают по региональным эмпирическим зависимостям статистических параметров сезонного стока от определяющих его факторов (площади водосбора, его средней высоты, характера почв (грунтов), озерности и др.), а также по типовым схемам.

Ход выполнения работы

Для расчета внутригодового стока применяем типовую схему. Для этого по Приложению Е (Приложение Р [1]) определяем гидрологический район *V/a*, к которому относится р. Оресса – с. Андреевка. Далее по Приложению Ж (приложение С [1]) находят в *VI Припятском* районе подрайон *a* и по площади водосбора 3580 км² (см. исходные данные), которая до 5000 км², выписываем для очень маловодного года процентное распределение стока по месяцам.

Полученное по клетчатке вероятности (см. практическую работу №2) значение расхода заданной обеспеченности $Q_{97\%} = 8,75 \text{ м}^3/\text{с}$ умножаем на 12 месяцев ($8,75 \cdot 12 = 105 \text{ м}^3/\text{с}$) принимаем за 100 %. Умножая на процентное распределение стока по месяцам, получим расход в месяце в м³/с. Для того, чтобы определить объем притока в каждом месяце, требуется умножить на количество секунд в месяце (в работе принять $2,6 \cdot 10^6$ секунд в месяце). Результаты заносим в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Внутригодовое распределение стока р. Оресса – с. Андреевка для очень маловодного года ($P=97\%$)

Месяцы	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
Q, %	42,6	21,4	8,4	4,5	2,0	1,4	1,2	2,1	5,0	6,1	3,3	2,0
Q, м ³ /с	44,7	22,5	8,82	4,73	2,10	1,47	1,26	2,21	5,25	6,41	3,47	2,10
W, млн м ³ /мес	116	58,4	22,9	12,3	5,46	3,82	3,28	5,73	13,7	16,7	9,01	5,46

По полученным результатам расчетов строим гидрограф стока р. Оресса – с. Андреевка для очень маловодного года ($P=97\%$), который показан на рис. 3.1.

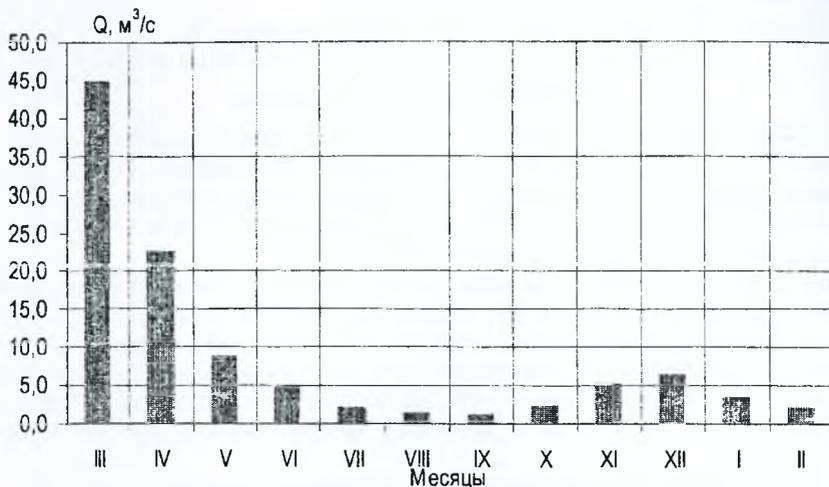


Рис. 3.1. Гидрограф стока р. Оресса – с. Андреевка для очень маловодного года ($P=97\%$)

Результаты гидрологических расчетов – внутригодовое распределение стока, используют при водохозяйственных расчетах.

Практическая работа № 4

Тема. Определение расчетных величин максимальных расходов воды весеннего половодья при отсутствии данных наблюдений

Цель работы. Определить максимальные расходы воды весеннего половодья обеспеченностью 1, 5, 10, 25 %.

Краткие теоретические сведения

В общем случае максимальным стоком называют процесс формирования высокого стока в форме весенних половодий. Максимальным расчетным расходом называют расход, на пропуск которого рассчитывают водопропускные и водосбросные отверстия гидротехнических сооружений, мостовые отверстия и т.д. Занижение максимального расчетного расхода приводит к переполнению водохранилищ и разрушению сооружений, что влечет за собой значительный материальный ущерб.

В настоящее время в строительном проектировании расчетная схема определения максимальных расходов воды при отсутствии данных наблюдений основана на эмпирической редуccionной формуле, учитывающей редуccion коэффициента дружности половодья по площади водосбора.

Расчетный максимальный расход талых вод на равнинных реках согласно [1] определяется по формуле:

$$Q_P = \frac{K_0 \cdot \mu \cdot h_P \cdot \delta_{\text{ос}} \cdot \delta_6 \cdot \delta_l \cdot A}{(A + A_1)^{n_1}}, \quad (4.1)$$

где Q_P – максимальный мгновенный расход воды расчетной обеспеченности, м³/с; K_0 – коэффициент, характеризующий дружность половодья; μ – коэффициент, учитывающий различие коэффициентов вариации слоя стока и максимальных расходов воды половодья (неравенство статистических параметров), определяется по табл. 4.1; h_P – слой суммарного весеннего стока (без срезки подземного питания) той же обеспеченности, мм; $\delta_{\text{ос}}$ – коэффициент, учитывающий снижение максимальных расходов воды на реках, зарегулированных водохранилищами, прудами и проточными озерами; δ_6 и δ_l – коэффициенты, учитывающие снижение максимальных расходов воды на заболоченных и залесенных водосборах соответственно; A – площадь водосбора расчетной реки, км²; A_1 – площадь водосбора, начиная с которой наблюдается редукция стока по площади, в работе принимается равной 1, км²; n_1 – показатель степени редукции, в работе принимается равной 0,20.

Коэффициент дружности весеннего половодья определяется по рекам-аналогам или по формуле:

$$K_0 = \frac{h_{1\%}^{0,817} \cdot J_{\text{в}}^{0,211} \cdot H_{\text{ср}}^{0,521}}{117100 \cdot \delta_l \cdot \delta_6 \cdot \rho^{0,138} \cdot (A_{\text{лес}} + 1)^{0,109}}, \quad (4.2)$$

где $J_{\text{в}}$ – уклон водосбора, ‰; $H_{\text{ср}}$ – средняя высота водосбора, м; ρ – густота речной сети, км/км²; $A_{\text{лес}}$ – площадь водосбора, занятая лесом, км².

Таблица 4.1 Значения коэффициента μ , учитывающего неравенство параметров слоя стока и максимальных расходов

Водосбор	Значения коэффициента μ при различной обеспеченности			
	1	5	10	25
Правые притоки р. Припять	1,0	0,93	0,87	0,81
Прочие реки Беларуси	1,0	0,90	0,84	0,75

Расчетный слой весеннего половодья определяется по формуле:

$$h_P = k_P \cdot \bar{h}, \quad (4.3)$$

где k_P – модульный коэффициент расчетной обеспеченности, определяемый по Приложению В (приложение Ж [1]), для трехпараметрического гамма-распределения в зависимости от коэффициента вариации C_v и соотношения C_s/C_v . Коэффициент вариации слоя стока C_v определяется по Приложению К (приложение Ф [1]). Соотношение C_s/C_v принимается по табл. 4.2; \bar{h} – средний многолетний слой стока весеннего половодья, определяемый по картам изолиний Приложения И (приложение Ф [1]), мм.

Таблица 4.2 Соотношения C_s/C_v для водосборов Беларуси

Территория	Значение соотношения C_s/C_v
Бассейн Западной Двины	2
Бассейн Немана и левобережные притоки р. Припять	3
Бассейны Днепра, Сожа, Березины, правобережные притоки р. Припять	4

Коэффициент $\delta_{оз}$, учитывающий влияние озер, определяется по формуле:

$$\delta_{оз} = \frac{1}{1 + c \cdot A_{оз}}, \quad (4.4)$$

где c – коэффициент, принимаемый в зависимости от среднего многолетнего слоя весеннего половодья \bar{h} , определяется по табл. 4.3; $A_{оз}$ – средневзвешенный коэффициент озерности, %, принимается по основным гидрологическим характеристикам.

Таблица 4.3 Значения коэффициента c в формуле (4.4)

<i>Среднеголетний слой стока весеннего половодья</i>	$h_0 \leq 50$ мм	$50 \text{ мм} < h_0 < 100$ мм	$h_0 \geq 100$ мм
c	0,30	0,25	0,20

Коэффициент $\delta_б$, учитывающий влияние болот, определяется по формуле:

$$\delta_б = 1 - \beta \cdot \lg(0,1 \cdot A_б + 1), \quad (4.5)$$

где β – коэффициент, учитывающий тип болот и преобладающий механический состав, определяется по табл. 4.4; $A_б$ – относительная площадь болот и заболоченных лесов и лугов в бассейне, %, принимается по основным гидрологическим характеристикам.

Таблица 4.4 Значения коэффициента β в формуле (4.5)

<i>Типы болот и почвогрунтов на водосборе</i>	β
Низинные болота и заболоченные леса и луга на водосборах, сложенных супесчаными и легкосуглинистыми почвами (грунтами)	0,8
Болота разных типов на водосборе	0,7
Верховые болота на водосборах, сложенных супесчаными и легкосуглинистыми почвами (грунтами)	0,5
Верховые болота на водосборах, сложенных среднесуглинистыми и глинистыми почвами (грунтами)	0,3

Коэффициент $\delta_л$, учитывающий влияние леса, определяется по формуле:

$$\delta_л = \frac{\alpha_1}{(A_л + 1)^{n_2}}, \quad (4.6)$$

где α_1 – коэффициент, зависящий от природной зоны и расположения леса на водосборе, определяется по табл. 4.5; $A_л$ – залесенность водосбора, %, принимается по основным гидрологическим характеристикам; n_2 – коэффициент, зависящий от почвогрунтов под лесом, в работе принимается 0,22.

Таблица 4.5 Значения коэффициента α_1 в формуле (4.6)

<i>Расположение леса на водосборе</i>	<i>Залесенность водосбора $A_л$, %</i>		
	3 – 9	10 – 19	20 – 30
В верхней части водосбора	0,85	0,80	0,75
Равномерное	1,0	1,0	1,0
В нижней и прирусловой части водосбора	1,20	1,25	1,30

Ход выполнения работы

Определение максимальных расходов воды весеннего половодья при отсутствии данных наблюдений производим в следующей последовательности:

1) По карте Беларуси находим исходную реку Орессу, которая является левым притоком Припяти, по табл. 4.1 определяем коэффициент μ для заданных обеспеченностей: $\mu_{1\%}=1,0$; $\mu_{5\%}=0,90$; $\mu_{10\%}=0,84$; $\mu_{25\%}=0,75$.

2) По Приложению К определяем коэффициент вариации $C_v=0,62$, далее по табл. 4.2 находим соотношение $C_s/C_v=3$ и далее по Приложению В вычисляем модульные коэффициенты требуемых обеспеченностей: $k_{1\%}=3,156$; $k_{5\%}=2,18$; $k_{10\%}=1,782$; $k_{25\%}=1,264$. По картам изолиний Приложения И определяем средний многолетний слой стока весеннего половодья $\bar{h}=50$ мм. Далее по формуле (4.3) рассчитываем слой суммарного весеннего стока каждой обеспеченности:

$$\begin{aligned} h_{1\%} &= 3,156 \cdot 50 = 158 \text{ мм}; & h_{5\%} &= 2,18 \cdot 50 = 109 \text{ мм}; \\ h_{10\%} &= 1,782 \cdot 50 = 89,1 \text{ мм}; & h_{25\%} &= 1,264 \cdot 50 = 63,2 \text{ мм}. \end{aligned}$$

3) Определяем коэффициент $\delta_{оз}$, учитывающий влияние озер по формуле (4.4), в которой коэффициент $c=0,30$ находим по табл. 4.3 при $h=50$ мм, коэффициент озерности $A_{оз}=1\%$:

$$\delta_{оз} = \frac{1}{1 + 0,30 \cdot 1} = 0,77.$$

4) Определяем коэффициент δ_b , учитывающий влияние болот, по формуле (4.5) $A_b=25\%$ (суммарная площадь болот, заболоченных земель и заболоченного леса), коэффициент, учитывающий тип болот и преобладающий механический состав, определяем по табл. 4.4 $\beta=0,7$:

$$\delta_b = 1 - 0,7 \cdot \lg(0,1 \cdot 25 + 1) = 0,54.$$

5) Определяем коэффициент δ_n , учитывающий влияние леса, по формуле (4.6) $A_n=36\%$, коэффициент, зависящий от природной зоны и расположения леса на водосборе, определяем по табл. 4.5 $\alpha_1=1,0$:

$$\delta_n = \frac{1,0}{(36 + 1)^{0,22}} = 0,45.$$

6) Определяем коэффициент дружности весеннего половодья K_0 по формуле (4.2)

$$K_0 = \frac{158^{0,817} \cdot 0,23^{0,211} \cdot 147^{0,521}}{117100 \cdot 0,45 \cdot 0,54 \cdot 0,61^{0,138} \cdot (1074 + 1)^{0,109}} = 0,011$$

Площадь леса на водосборе принимаем 30 % от площади водосбора (для Беларуси) $A_{лес}=0,3 \cdot A=0,3 \cdot 3580=1074 \text{ км}^2$.

7) Рассчитываем максимальные расходы воды весеннего половодья заданных обеспеченностей, подставляя полученные значения коэффициентов в формулу (4.1), $A=3580 \text{ км}^2$ (см. исходные данные):

$$\begin{aligned} Q_{1\%} &= \frac{0,011 \cdot 1,0 \cdot 158 \cdot 0,77 \cdot 0,54 \cdot 0,45}{(3580 + 1)^{0,20}} \cdot 3580 = 227 \text{ м}^3/\text{с} \\ Q_{5\%} &= \frac{0,011 \cdot 0,90 \cdot 109 \cdot 0,77 \cdot 0,54 \cdot 0,45}{(3580 + 1)^{0,20}} \cdot 3580 = 141 \text{ м}^3/\text{с} \\ Q_{10\%} &= \frac{0,011 \cdot 0,84 \cdot 89,1 \cdot 0,77 \cdot 0,54 \cdot 0,45}{(3580 + 1)^{0,20}} \cdot 3580 = 107 \text{ м}^3/\text{с} \\ Q_{25\%} &= \frac{0,011 \cdot 0,75 \cdot 63,2 \cdot 0,77 \cdot 0,54 \cdot 0,45}{(3580 + 1)^{0,20}} \cdot 3580 = 68,0 \text{ м}^3/\text{с} \end{aligned}$$

Практическая работа № 5

Тема. Построение расчетного гидрографа весеннего половодья

Цель работы. 1) Определить ординаты расчетного гидрографа максимального стока.

2) Построить гидрограф весеннего половодья при отсутствии данных наблюдений.

Краткие теоретические сведения

Гидрографы половодий (паводков) формируются под влиянием природных факторов и характеризуются максимальным расходом, объемом стока, асимметрией очертания, продолжительностью половодья (паводка).

Форму расчетного гидрографа нормами проектирования рекомендуется принимать по моделям наблюдавшихся половодий в расчетном створе или на реке-аналоге. При отсутствии или недостаточности наблюдений применяют различные способы схематизации расчетных гидрографов половодья (паводка). Расчетные гидрографы строят по равнообеспеченным объемам половодья (паводка) и максимальному расходу.

За модель для построения расчетного гидрографа половодья принимают гидрограф, характеризующийся относительно высокими максимальными расходами и слоем стока, близкими к расчетной обеспеченности.

Для расчета гидрографов половодий используют среднесуточные расходы воды. Максимальный среднесуточный расход определяется по формуле:

$$Q_{\max}^{\text{сут}} = \frac{Q_{\max}}{k_t}, \quad (5.1)$$

где $Q_{\max}^{\text{сут}}$ – максимальный среднесуточный расход воды весеннего половодья, м³/с;

Q_{\max} – максимальный мгновенный расход весеннего половодья, м³/с;

k_t – коэффициент полноты формы гидрографа, определяется по табл. 5.1.

Таблица 5.1 Значения коэффициента полноты формы гидрографа k_t

Водосбор	Значения коэффициента k_t при различной площади водосбора, км ²		
	100	500	1500
Бассейн Западной Двины	1,15	1,0	1,0
Прочие реки Беларуси	1,4	1,15	1,0

Примечание: для водосборов площадью более 1500 км² $k_t = 1,0$.

Волна половодья рассчитывается по уравнению, предложенному Г.А. Алексеевым:

$$y = 10^{-a(1-x)^2/x}, \quad (5.2)$$

где y – ордината расчетного гидрографа, выраженная в долях среднесуточного максимального расхода воды заданной вероятности превышения; a – параметр, зависящий от k_s , характеризующий форму расчетного гидрографа; x – абсцисса расчетного гидрографа, выраженная в долях условной продолжительности подъема паводка (половодья).

Координаты x и y определяют по табл. 5.2 в зависимости от коэффициента несимметричности, вычисляемого по данным рек-аналогов.

Коэффициент несимметричности гидрографа $k_{s,a}$ рассчитывается по формуле:

$$k_{s,a} = \frac{h_{n,a}}{h}, \quad (5.3)$$

где $h_{n,a}$ – слой стока за период подъема половодья на реке-аналоге, мм; h_a – суммарный слой стока половодья на реке-аналоге, мм.

Таблица 5.2 Относительные ординаты расчетного гидрографа стока воды $y = Q / Q_p$, для $x = t / t_p$, при различных значениях коэф-
фициентов (λ) и (k_s)

$x=t/t_p$	Значения $y = Q / Q_p$ при различных $\lambda = q \cdot t_p / (0,0116 \cdot h_p)$, равных																				
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6
0,1	0,023	0,002	0	0	0																
0,2	0,21	0,091	0,034	0,011	0,003	0	0	0	0												
0,3	0,45	0,29	0,18	0,099	0,050	0,022	0,009	0,003	0,001	0	0	0									
0,4	0,66	0,51	0,39	0,28	0,19	0,12	0,076	0,043	0,024	0,013	0,008	0,006	0,003	0,001	0	0	0	0			
0,5	0,78	0,69	0,59	0,49	0,40	0,31	0,24	0,18	0,13	0,088	0,059	0,039	0,025	0,015	0,009	0,005	0,003	0,002	0	0	0
0,6	0,88	0,82	0,75	0,69	0,61	0,54	0,47	0,39	0,33	0,27	0,22	0,18	0,14	0,12	0,088	0,066	0,049	0,036	0,017	0,009	0,004
0,7	0,94	0,91	0,87	0,83	0,79	0,74	0,69	0,64	0,59	0,54	0,48	0,43	0,39	0,34	0,30	0,26	0,22	0,19	0,14	0,094	0,062
0,8	0,97	0,96	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,84	0,81	0,78	0,75	0,72	0,69	0,66	0,62	0,59	0,55	0,52	0,46	0,40	0,34
0,9	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,97	0,97	0,96	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,84	0,82	0,79
1,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97	0,97	0,96	0,95	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92	0,91	0,90	0,87	0,87	0,85	0,82
1,2	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,92	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,80	0,78	0,76	0,73	0,70	0,68	0,65	0,60	0,54	0,49
1,3	0,97	0,95	0,93	0,91	0,88	0,85	0,82	0,78	0,75	0,71	0,68	0,64	0,60	0,56	0,52	0,48	0,44	0,41	0,34	0,28	0,22
1,4	0,95	0,92	0,89	0,85	0,81	0,77	0,72	0,67	0,62	0,57	0,52	0,48	0,43	0,38	0,34	0,30	0,26	0,23	0,17	0,12	0,084
1,5	0,92	0,88	0,84	0,79	0,74	0,68	0,62	0,56	0,50	0,44	0,39	0,34	0,29	0,25	0,21	0,17	0,14	0,12	0,075	0,046	0,027
1,6	0,90	0,85	0,79	0,73	0,66	0,59	0,52	0,46	0,39	0,34	0,28	0,23	0,19	0,15	0,12	0,092	0,071	0,054	0,030	0,016	0,008
1,7	0,87	0,81	0,74	0,66	0,59	0,51	0,44	0,37	0,30	0,25	0,20	0,15	0,12	0,089	0,066	0,047	0,034	0,024	0,011	0,005	0,002
1,8	0,84	0,77	0,69	0,60	0,52	0,44	0,36	0,29	0,23	0,18	0,13	0,10	0,072	0,050	0,035	0,023	0,015	0,010	0,004	0,001	0
1,9	0,81	0,73	0,64	0,55	0,46	0,37	0,29	0,23	0,17	0,13	0,089	0,063	0,043	0,028	0,018	0,011	0,007	0,004	0,001		
2,0	0,78	0,69	0,59	0,49	0,40	0,31	0,24	0,18	0,13	0,088	0,059	0,039	0,025	0,015	0,009	0,005	0,003	0,002	0		
2,2	0,73	0,61	0,50	0,40	0,30	0,22	0,15	0,10	0,066	0,042	0,025	0,014									
2,4	0,67	0,54	0,42	0,32	0,22	0,15	0,096	0,058	0,034	0,019	0,010	0,005	0,002								
2,6	0,62	0,48	0,35	0,25	0,16	0,10	0,060	0,032	0,017	0,008	0,004	0,002	0,001								
2,8	0,57	0,42	0,29	0,19	0,12	0,068	0,036	0,018	0,008	0,004	0,001	0,001	0								
3,0	0,53	0,37	0,24	0,15	0,086	0,045	0,022	0,010	0,004	0,002	0	0									
3,5	0,43	0,26	0,15	0,079	0,037	0,016	0,006	0,002	0	0											
4,0	0,34	0,19	0,092	0,042	0,016	0,005	0,002	0													
5,0	0,21	0,091	0,034	0,011	0,003	0	0														
6,0	0,13	0,044	0,012	0,003	0																
8,0	0,052	0,010	0,002	0																	
$k_s =$ $=h_p/h_p =$ $=f(\lambda)$	0,19	0,23	0,26	0,29	0,31	0,33	0,34	0,36	0,37	0,38	0,38	0,39	0,40	0,40	0,41	0,42	0,42	0,42	0,43	0,43	0,44

Ординаты и абсциссы расчетного гидрографа определяют по следующим формулам:

$$Q_i = y \cdot Q_{max}^{sym}, \quad (5.4)$$

$$t_i = x \cdot t_n, \quad (5.5)$$

где t_n – продолжительность подъема весеннего половодья, сут, определяемая по формуле:

$$t_n = \frac{0,0116 \cdot \lambda \cdot h_p}{q_p}, \quad (5.6)$$

где λ – коэффициент, учитывающий форму гидрографа, для территории Беларуси принимают $\lambda=0,6$; h_p – слой стока расчетной обеспеченности, мм; q_p – расчетный модуль максимального среднего суточного расхода воды весеннего половодья, м³/с·км², определяется по формуле:

$$q_p = \frac{Q_{max}^{sym}}{A}, \quad (5.7)$$

где A – площадь водосбора, км².

$$h_p = K_p \cdot \bar{h}, \quad (5.8)$$

где K_p – модульный коэффициент расчетной обеспеченности, определяемый по приложению В (приложение Ж [Пособие]); \bar{h} – средний многолетний слой стока весеннего половодья, определяемый по картам изолиний приложения К (приложение Ф [1]), мм

Ход выполнения работы

Для определения координат гидрографа весеннего половодья р. Оресса – с. Андреевка находим максимальный среднесуточный расход по формуле (5.1), где $Q_{max}^{sym} = 141$ м³/с максимальный мгновенный расход весеннего половодья принимаем из практической работы № 4 при $P=5\%$, а коэффициент полноты формы гидрографа определяем по табл. 5.1, т.к. площадь водосбора 3580 км² > 1500 км², то $k_f=1,0$:

$$Q_{max}^{sym} = \frac{141}{1,0} = 141 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Далее определяем расчетный модуль максимального среднего суточного расхода воды весеннего половодья по формуле (5.7):

$$q_p = \frac{141}{3580} = 0,04 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2.$$

Слой стока 5%-ной обеспеченности находим из практической работы №4 $h_{5\%} = 2,18 \cdot 50 = 109$ мм или по формуле (5.8).

Далее по формуле (5.6), подставляя полученные значения, определяем продолжительность подъема весеннего половодья:

$$t_n = \frac{0,0116 \cdot 0,6 \cdot 109}{0,04} = 19 \text{ сут}$$

Дальнейший расчет ведем в табличной форме (табл. 5.3). Определяем координаты расчетного гидрографа по формулам (5.3) и (5.4), используя относительные ординаты из табл. 5.2 при $\lambda=0,6$ (для территории Беларуси).

Таблица 5.2 Координаты расчетного гидрографа стока воды весеннего половодья р. Оресса – с. Андреевка

x	y	$t, \text{сут}$	$Q_{\text{п}}, \text{м}^3/\text{с}$
1	2	3	4
0,1	0	1,9	0
0,2	0,011	3,8	1,55
0,3	0,099	5,7	14,0
0,4	0,28	7,6	39,5
0,5	0,49	9,5	69,1
0,6	0,69	11,4	97,3
0,7	0,83	13,3	117
0,8	0,93	15,2	131
0,9	0,98	17,1	138
1,0	1,00	19,0	141
1,1	0,99	20,9	140
1,2	0,95	22,8	134
1,3	0,91	24,7	128
1,4	0,85	26,6	120
1,5	0,79	28,5	111
1,6	0,73	30,4	103
1,7	0,66	32,3	93,1
1,8	0,60	34,2	84,6
1,9	0,55	36,1	77,6
2,0	0,49	38,0	69,1
2,2	0,40	41,8	56,4
2,4	0,32	45,6	45,1
2,6	0,25	49,4	35,3
2,8	0,19	53,2	26,8
3,0	0,15	57,0	21,2
3,5	0,079	66,5	11,1
4,0	0,042	76,0	5,92
5,0	0,011	95,0	1,55
6,0	0,003	114	0,423
8,0	0	152	0

По результатам расчета (по графам 3 и 4) строится расчетный гидрограф стока весеннего половодья (рис. 5.1).

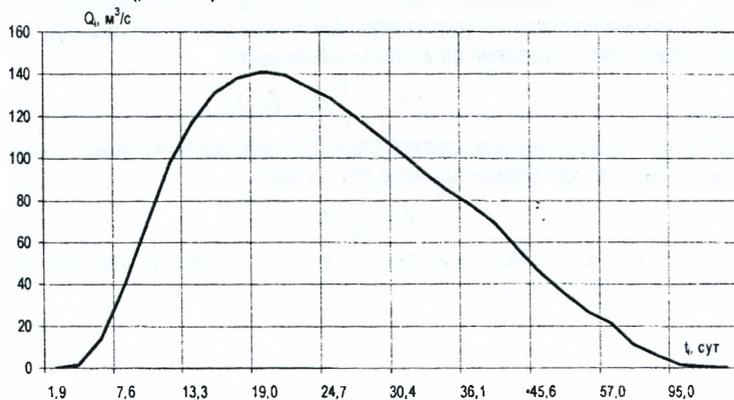


Рис. 5.1 Расчетный гидрограф весеннего половодья р. Оресса – с. Андреевка

Практическая работа № 6

Тема. Построение объемной и топографических характеристик водохранилища

Цель работы. Построить топографические характеристики водохранилища.

Краткие теоретические сведения

Водохранилище – искусственно созданный водоем для хранения воды и регулирования стока [2].

Водохранилища классифицируют по ряду признаков. Выделяют пять основных типов водохранилищ: равнинные, предгорные, горные, озерные, наливные.

К основным характеристикам водохранилища относят зависимости площади водной поверхности F и объема воды V от уровня H или глубины h в нем. Кривую $F=F(H)$ или $F=F(h)$, называют кривой площадью водной поверхности водохранилища, кривую $V=V(H)$ или $V=V(h)$, – кривой объемов водохранилища. Часто эти кривые наносят на один график и называют *батиграфическими кривыми*.

Различают статистический и динамический объемы. *Статистический объем* – объем воды, подсчитанный в предположении, что поверхность воды в водохранилище горизонтальная. *Динамический объем* – объем, вычисленный с учетом кривой свободной поверхности в водохранилище.

Исходным материалом для построения кривой площадью водохранилища служат крупномасштабные топографические карты. Площади водной поверхности водохранилища F , соответствующие различным уровням воды H , считая поверхность воды горизонтальной, определяют путем планиметрирования площадей, заключенных между отдельными горизонталями и створом плотины, замыкающим горизонтали у берегов. Кривую $F=F(H)$ строят в прямоугольных координатах: на оси ординат откладывают уровни H , на оси абсцисс – площадь F . С повышением уровня воды площадь водной поверхности увеличивается.

Объем первого придонного слоя определяют по формуле усеченного параболоида:

$$\Delta V_1 = \frac{2}{3} \cdot F_1 \cdot \Delta H_{1,2}, \quad (6.1)$$

где ΔV_1 – частный объем водохранилища между дном и 1-ой горизонталью, м³; F_1 – площадь зеркала водохранилища на отметке 1; $\Delta H_{1,2}$ – разница отметок горизонталей, м.

При дальнейшем приращении уровня воды ΔH объем, заключенный между смежными уровнями, может быть определен по упрощенной формуле:

$$\Delta V_{i+1} = \frac{1}{2} \cdot (F_i + F_{i+1}) \cdot H_{i,i+1}. \quad (6.2)$$

Объем воды в водохранилище, соответствующий отметке H , получают суммированием частных объемов, расположенных ниже этого уровня:

$$V_n = \sum_{i=1}^n \Delta V_i. \quad (6.3)$$

Важной характеристикой водохранилища является средняя глубина, которая определяется по следующей формуле:

$$h_{\text{ср}i} = \frac{V_i}{F_i}. \quad (6.4)$$

Средняя глубина $h_{\text{ср}}$ с повышением уровня воды может принимать тенденцию как к росту, так и снижению.

Ход выполнения работы

Построение топографических характеристик (рис. 6.1) производим по следующей схеме. Выбираем топоплан местности района проектируемого водохранилища (согласно исходным данным по Приложению А). Сечение горизонталей также берется из исходных данных.

Топоплан наносим на миллиметровую бумагу и выбираем место расположения плотины (самое узкое место, перпендикулярно горизонталям), определяем площади водного зеркала, соответствующие каждой горизонтали. Для измерения площади водного зеркала i -й горизонтали подсчитываем количество квадратов (считаем как полные, так и неполные квадраты) площадью 1 мм^2 , ограниченное этой горизонталью, умножаем это количество на масштаб ($M1:20000$).

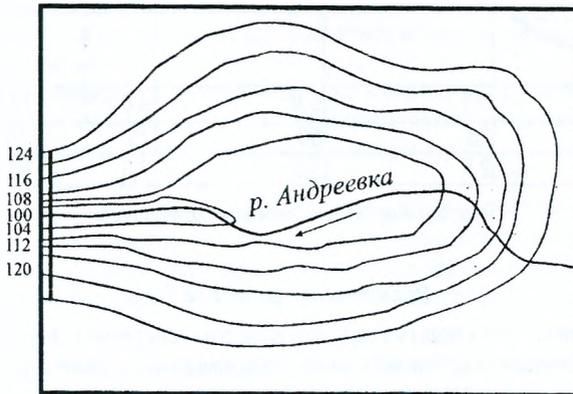


Рис. 6.1 Топоплан района строительства водохранилища

Результаты расчетов ведем в табличной форме (табл. 6.1).

Таблица 6.1 Определение топографических характеристик водохранилища

H_i , м	ΔH_i , м	F_i , млн м^2	$F_{\text{ср}}$, млн м^2	ΔV_i , млн м^3	V_i , млн м^3	$h_{\text{ср}}$, м
1	2	3	4	5	6	7
100		0			0,00	0,00
	4		0,02	0,06		
104		0,03			0,06	2,00
	4		0,10	0,39		
108		0,17			0,46	2,75
	4		0,29	1,16		
112		0,41			1,61	3,91
	4		0,50	2,00		
116		0,99			3,61	6,15
	4		0,95	3,81		
120		1,32			7,42	5,63
	4		1,61	6,46		
124		1,91			13,88	7,26

По результатам расчетов строим графики зависимости $F=F(H)$, $V=V(H)$ и $h_{\text{ср}}=h_{\text{ср}}(H)$ (рис. 6.2).

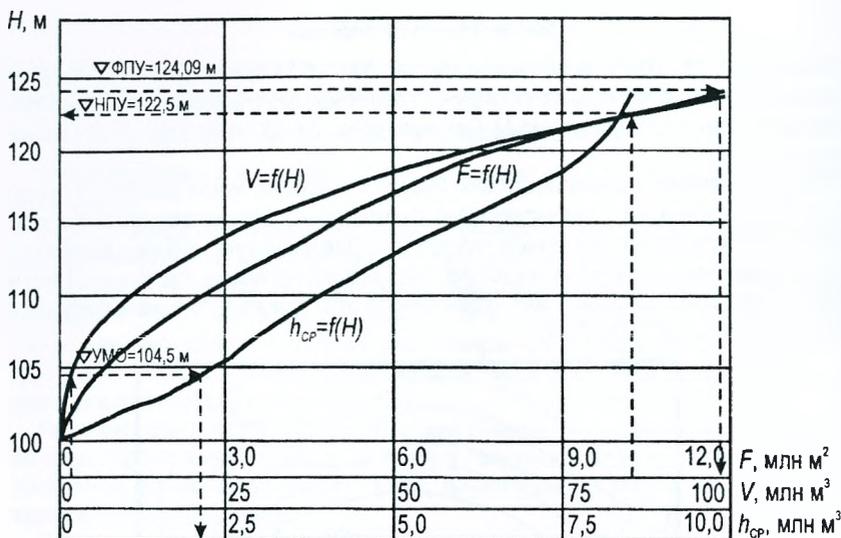


Рис. 6.2 Характеристики водохранилища

Практическая работа № 7

Тема. Определение потерь воды из водохранилища на испарение и фильтрацию

Цель работы. Определить потери воды из водохранилища на испарение и фильтрацию.

Краткие теоретические сведения

Создание водохранилища вносит изменение в водный баланс территории вследствие затопления и подтопления ее части, подпора и повышения уровня грунтовых вод. Результатом этих изменений являются дополнительные потери воды, учет которых необходим для правильного определения объема водохранилища и составления баланса водных ресурсов при регулировании стока.

Основными видами потерь являются испарение с водной поверхности и фильтрация.

Потери на испарение являются следствием замены некоторой части суши водосбора водным зеркалом в результате создания водохранилища. Изменение объема стока до и после создания водохранилища определяется дополнительными потерями на испарение ($Z_{доп}$), рассчитанными по формуле:

$$Z_{доп} = Z_B - X \cdot (1 - \alpha_C), \quad (7.1)$$

где Z_B – испарение с водной поверхности, мм; X – норма осадков для района проектирования, мм; α_C – коэффициент стока (для Беларуси принимается равным 0,35).

Значения Z_B и X приведены в табл. 7.1. Дополнительные потери на испарение вычисляются за период открытого русла, в первом приближении их можно распределить пропорционально средним месячным температурам воздуха и дефициту влажности. В работе принимаем для всех районов распределение испарения по месяцам согласно табл. 7.2.

Таблица 7.1 Средние значения за год испарения с водной поверхности и осадков

Область проектирования	испарение с водной поверхности Z_b , мм	норма осадков X , мм
Брестская	600	550
Витебская	560	650
Гомельская	620	600
Гродненская	570	700
Минская	570	650
Могилевская	580	600

Таблица 7.2 Испарение по месяцам года $Z_{доп}$, %

III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Сумма
-8	4	10	18	26	24	16	8	2	100

Отрицательное значение в марте показывает, что расчетное испарение в марте перекрывается величиной растаявшего льда. Расчетное испарение за декабрь – февраль принимается равным нулю.

Потери на фильтрацию происходят через дно и борта водохранилища, тело плотины, основание и в обход плотины, а также через неплотности затворов водопропускных и транспортных сооружений гидроузла и неработающих турбин (затворы, шлюзные ворота, направляющие аппараты и т.д.).

В результате сложности и недостаточной изученности явления фильтрации расчет потерь на фильтрацию представляет большие затруднения. При расчетах используются нормативные данные в виде слоя воды с поверхности зеркала водохранилища или в процентах от среднего объема водохранилища в зависимости от гидрогеологических условий (табл. 7.3).

Таблица 7.3 Норма потерь на фильтрацию из водохранилища

Гидрогеологические условия	Слой потерь на фильтрацию за год, см	Норма потерь в % от среднего объема водохранилища	
		за год	за месяц
Хорошие	0 – 50	5 – 10	0,5 – 1
Средние	50 – 100	10 – 20	1 – 1,5
Плохие	100 – 200	20 – 40	1,5 – 3

Хорошие гидрогеологические условия соответствуют случаю, когда ложе водохранилища сложено на значительную глубину практически водонепроницаемыми породами (глины, плотные осадочные или массивные кристаллические породы без трещин).

Средние гидрогеологические условия соответствуют маловодонепроницаемым грунтам чаши водохранилища.

Плохие гидрогеологические условия характеризуются водопроницаемыми породами (трещиноватые песчаники, известняки, сланцы и др.), особенно наличием карстовых пород, создается отток из водохранилища на питание грунтовых вод.

Ход выполнения работы

Рассчитываем суммарную годовую величину слоя дополнительного испарения по формуле 7.1, принимая значения Z_b и X из табл. 5.1 для Гомельской области, где расположено с. Андреевка.

$$Z_{доп} = 620 - 600 \cdot (1 - 0,35) = 230 \text{ мм.}$$

Принимая величину 230 мм за 100%, распределяем значения дополнительного испарения по месяцам, согласно типовому распределению (табл. 7.2). Расчет ведем в табличной форме (табл. 7.3).

Таблица 7.3 Испарение по месяцам года для р. Оресса – с. Андреевка $Z_{\text{доп}}$, %

Месяцы	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Сумма
$Z_{\text{доп}}$, %	-8	4	10	18	26	24	16	8	2	100
$Z_{\text{доп}}$, мм	-18,40	9,20	23,00	41,40	59,80	55,20	36,80	18,40	4,60	230

Потери воды на фильтрацию принимаем для средних гидрологических условий (исходя из исходных данных) 1 % в месяц или 12 % в год от наличного объема воды в водохранилище.

Практическая работа № 8

Тема. Определение параметров водохранилища

Цель работы: 1) Определить мертвый объем водохранилища и отметку УМО.

- 2) Рассчитать полезный объем водохранилища сезонно годичного регулирования с учетом потерь по второму способу с регулированием по второму варианту.
- 3) Определить отметку НПУ.

Краткие теоретические сведения

Параметры водохранилища, определяющие его размеры, устанавливают на основе водохозяйственного расчета. Объем воды в водохранилище подразделяют на мертвый и полезный.

Мертвый объем ($V_{\text{умо}}$) – это постоянная часть полного объема водохранилища, которая в нормальных условиях эксплуатации не срабатывается и в регулировании стока не участвует.

Уровень мертвого объема (УМО) – уровень поверхности воды, ограничивающий этот объем сверху.

Главной задачей водохозяйственного расчета водохранилища является определение полезного объема и выбор отметки НПУ.

Полезный объем ($V_{\text{плз}}$) – основной объем водохранилища, непосредственно используемый для регулирования стока. Он расположен выше УМО и ограничен сверху нормальным подпорным уровнем (НПУ).

Нормальный подпорный уровень (НПУ) – наивысший проектный подпорный уровень верхнего бьефа, который может поддерживаться в нормальных условиях эксплуатации гидротехнических сооружений.

Полный объем водохранилища ($V_{\text{плн}}$) соответствует отметке НПУ и равен сумме полезного и мертвого объемов:

$$V_{\text{плн}} = V_{\text{нпу}} = V_{\text{умо}} + V_{\text{плз}}. \quad (8.1)$$

Мертвый объем и соответствующий ему УМО определяют с учетом ряда условий. На реках, транспортирующих большое количество наносов, мертвый объем необходим для аккумуляции твердого стока, чтобы предотвратить уменьшение полезного объема в течение расчетного срока службы водохранилища.

На водохранилищах, используемых для коммунально-бытового водоснабжения и рыбного хозяйства, главными факторами, определяющими мертвый объем и УМО, являются санитарно-технические требования и условия обеспечения необходимого качества воды. Согласно этим требованиям средняя глубина воды в водохранилище при УМО не должна быть более 1,5 – 2,0 м, а площадь мелководья с глубинами менее 2 м – не более 30 – 35 % поверхности воды в водохранилище.

При транспортном использовании водохранилища УМО определяют как минимальный навигационный уровень, обеспечивающий необходимые глубины для судоходства.

Водоохранилище вносит изменения в гидравлический режим водотока: уменьшаются уклоны свободной поверхности, скорости течения, транспортирующая способность, увеличиваются глубины потока. Вследствие этого наносы, влекаемые потоком по дну или во взвешенном состоянии, осаждаются и откладываются в чаше водохранилища. Процесс заполнения водохранилища наносами называют *заилением*. Заиление главным образом определяется взвешенными наносами. Большое влияние на процесс заиления водохранилища оказывают колебания уровней воды в нем при сработке и наполнении.

В работе мертвый объем должен обеспечивать аккумуляцию наносов и отвечать санитарно-техническим условиям. В соответствии с этим определяем объем заиления водохранилища за период его работы исходя из объемов годовых наносов по формуле:

$$V_{н.год} = 31,5 \cdot \bar{\rho} \cdot \bar{Q} \cdot \gamma^{-1}, \quad (8.2)$$

где $V_{н.год}$ – объем наносов за год, м³; \bar{Q} – норма годового стока, м³/с; $\bar{\rho}$ – норма годовой мутности, г/м³; γ – объемный вес наносов, т/м³.

Зная величину заиления за год и срок службы водохранилища, определяется объем заиления водохранилища за период его эксплуатации по формуле:

$$V'_н = V_{н.год} \cdot T, \quad (8.3)$$

где $V'_н$ – объем наносов за период эксплуатации, м³; T – срок службы водохранилища, лет.

Среднегодовалый объем наносов в водохранилище в общем виде можно представить как сумму объемов заиления и наносов от переработки берегов после наполнения водохранилища по формуле:

$$V = V'_н + V_{п.б.}, \quad (8.4)$$

где $V_{п.б.}$ – объем наносов в водохранилище от переработки берегов (принимается 5 % от объема заиления), м³:

$$V_{п.б.} = 0,05 \cdot V'_н. \quad (8.5)$$

Полученная величина полного объема заиления проверяется – отвечает ли она санитарно-техническим условиям. По топографическим кривым (рис. 6.2) определяется средняя глубина водохранилища, если полученная глубина больше минимально допустимой, то принимается полный объем заиления за мертвый объем, т.е. $V = V_{мо}$. Если средняя глубина водохранилища получена меньше допустимой, тогда принимается глубина $h_{ср} = 2,0$ м и определяется мертвый объем водохранилища.

Водохозяйственный расчет водохранилища – совокупность расчетов по установлению основных параметров водохранилища и режима его работы. Основные параметры водохранилища (объем, отдача) и режим его работы устанавливают путем сопоставления и анализа расчетного стока и планового потребления.

Наполнение водохранилища до $V_{нпу}$ к началу максимального дефицита, а опорожнение до $V_{умо}$ к его окончанию. Расчет по второму варианту регулирования стока выполняются в порядке, обратном ходу времени, от момента $V_{умо}$, последовательно вычисляя объем наполнений и сбросов на начало каждого интервала времени. Для первого интервала времени конечное наполнение равно начальному плюс потери воды.

Потери воды из водохранилища на испарение и фильтрацию за расчетный интервал времени Δt вычисляют, используя топографические характеристики водохранилища. При этом расчетный объем воды в водохранилище за определяемый интервал времени находят как полусумму начального и конечного наполнений без учета потерь как:

$$V_{расч} = \frac{(V_{пред} + V_{ок})}{2}, \quad (8.6)$$

где $V_{пред}$ и $V_{ок}$ – предварительный и окончательный объемы расчетного периода, млн m^3 , который определяется по формуле:

$$V_{пред} = V_{ок_i} + (W - \Sigma q), \quad (8.7)$$

где $V_{ок_i}$ – окончательный объем воды в водохранилище за предыдущий интервал времени, млн m^3 ; W – приток воды в данный интервал времени, млн m^3 ; q – водопотребление в данный интервал времени, млн m^3 .

Для соответствующего предварительного объема по топографическим характеристикам определяется площадь зеркала водохранилища, по которой рассчитываются потери на испарение по формуле:

$$W_z = \frac{Z_{доп} \cdot F}{1000}, \quad (8.8)$$

где W_z – объем потерь на испарение, млн m^3 ; $Z_{доп}$ – дополнительные потери на испарение, мм; F – площадь зеркала, млн m^2 .

Потери на фильтрацию принимаются в зависимости от грунтовых пород, подстилающих водохранилище.

Предварительное (начальное) наполнение для второго интервала времени принимают равным наполнению в конце первого интервала плюс разность стока и отдачи воды за рассматриваемый интервал и т.д. Окончательный объем на расчетный период вычисляется по формуле:

$$V_{ок} = V_{пред} + W_{п}, \quad (8.9)$$

где $W_{п}$ – сумма потерь за расчетный период, млн m^3 .

Расчет ведется в табличной форме построчно. В результате находят конечные наполнения, а также сбросы излишков воды для каждого интервала времени и всего расчетного периода по формуле:

$$R = V_{ок} + (W - \Sigma q) - V_{нпу} - W_{п}, \quad (8.10)$$

где R – объем сброса, млн m^3 .

Проверка правильности расчета производится по следующей формуле:

$$\Sigma W = \Sigma q + \Sigma W_{п} + \Sigma R. \quad (8.11)$$

Ход выполнения работы

Определяем объем заилиения водохранилища, расположенного на р. Оресса, исходя из объемов годовых наносов, по формуле (8.2). Норму годовой мутности $\rho = 55 \text{ г/м}^3$ берем из исходных данных, а объемный вес наносов принимаем для всех одинаковую $\gamma = 1 \text{ т/м}^3$. Норму стока берем из практической работы № 1 $Q = 18,3 \text{ м}^3/\text{с}$.

$$V_{н, год} = 31,5 \cdot 55 \cdot 18,3 \cdot 1 = 31705 \text{ м}^3.$$

Определив величину заилиения за 1 год, определяем объем заилиения водохранилища за период его эксплуатации $T = 50$ лет (см. исходные данные) по формуле (8.3):

$$V'_н = 31705 \cdot 50 = 1585200 \text{ м}^3 = 1,59 \text{ млн м}^3.$$

Определяем объем наносов в водохранилище от переработки берегов (принимаем 5% от объема заилиения) по формуле (8.5):

$$V_{п.б.} = 0,05 \cdot 1,59 = 0,08 \text{ млн м}^3.$$

Далее по формуле (8.4) находим полный объем заилиения:

$$V = 1,59 + 0,08 = 1,67 \approx 1,70 \text{ млн м}^3.$$

Откладываем полученный объем на графике топографических характеристик (рис. 6.2) и определяем среднюю глубину водохранилища $h_{ср} = 2,10 \text{ м}$, что больше минимально допустимой $1,5 - 2,0 \text{ м}$. Значит мертвый объем водохранилища $V_{умо} = 1,70 \text{ млн м}^3$, а также определяем отметку $\nabla \text{УМО} = 104,5 \text{ м}$, которую показываем на графике.

Расчет водохранилища ведем в табличной форме (табл. 8.1). Заполнять таблицу расчета водохранилища начинаем с многоводного периода в году, которым является весна (весеннее половодье), т.е. с марта месяца.

В графу 2 заносим приток воды, полученный в результате внутригодового распределения стока, (см. практическую работу № 3, табл. 3.1).

В графу 3 заносим потребление (в практической работе принимаем 75 % от суммы притока) и распределяем равномерно по месяцам.

$$q_i = \frac{0,75 \cdot \Sigma W_i}{12} = \frac{0,75 \cdot 273}{12} = 17,06 \text{ млн м}^3.$$

В графы 4 и 5 заносится разность между притоком и потреблением в зависимости от полученного знака: если разность получилась со знаком «-», то в графу 5, а если со знаком «+», то в графу 4.

В графу 9 заносим испарение по месяцам $Z_{доп}$ (см. практическую работу №7, табл. 7.3).

Дальнейший расчет ведем построчно. На начало многоводной фазы, т.е. на начало марта и конец февраля записываем объем, равный $V_{умо} = 1,70 \text{ млн м}^3$, это значение заносится в графы 6 и 13. Расчет ведем в обратном порядке, т.е. снизу вверх. К окончательному объему на конец февраля прибавляем недостаток в феврале по формуле (8.7):

$$V_{ПРЕДИ}'' = 1,70 + 11,60 = 13,302 \text{ млн м}^3.$$

Полученный результат записываем на начало февраля в 6 графу. Расчетный объем в феврале находим по формуле 6.6 и записываем в 7 графу:

$$V_{РАСЧ}'' = \frac{(1,70 + 13,30)}{2} = 7,50 \text{ млн м}^3.$$

По полученному расчетному объему находим площадь водного зеркала по топографическим характеристикам (см. практическую работу № 6, рис. 6.2) и записываем значение в графу 8.

Потери на испарение определяем по формуле (8.8) для данного месяца и записываем в графу 10:

$$W_z^H = \frac{0 \cdot 0,83}{1000} = 0 \text{ млн м}^3.$$

Потери на фильтрацию принимаем 1 % (см. практическую работу № 7) от величины расчетного объема и полученный результат записываем в 11 графу:

$$W_\Phi^H = 0,01 \cdot 7,50 = 0,075 \text{ млн м}^3.$$

Далее находим суммарные потери и записываем их в графу 12:

$$W_{\Pi}^H = 0 + 0,075 = 0,075 \text{ млн м}^3.$$

Таким образом, находим окончательный объем на начало февраля по формуле (8.9) и записываем его в 13 графу:

$$V_{\text{ОКЛ}}^H = 13,302 + 0,075 = 13,377 \text{ млн м}^3.$$

К окончательному объему на конец января прибавляем недостаток в январе по формуле (8.7):

$$V_{\text{ПРЕД}}^H = 13,377 + 8,05 = 21,431 \text{ млн м}^3.$$

Полученный результат записываем на начало января в 6 графу. Расчетный объем в январе находим по формуле (8.6) и записываем в 7 графу:

$$V_{\text{РАСЧ}}^H = \frac{(13,377 + 21,431)}{2} = 17,40 \text{ млн м}^3.$$

Далее расчет ведется аналогично до многоводной фазы, т.е. до максимального объема, который соответствует $V_{\text{НПУ}}=85,205$ млн м³, а потом расчет начинаем сверху. В этом случае потери отнимаются, т.к. идем «ходом вперед» и получаем для конца марта предварительный объем:

$$V_{\text{ПРЕД}}^* = 1,70 + 99,24 = 100,94 \text{ млн м}^3,$$

но данный объем превышает объем при НПУ, поэтому принимаем предварительный объем в данном месяце $V_{\text{ПРЕД}}^* = V_{\text{НПУ}} = 85,205$ млн м³, следовательно излишки воды в этом месяце сбрасываются. Объем сброса находим по формуле (8.10):

$$R_1 = 1,70 + 99,24 - 0,317 - 85,205 = 15,413 \text{ млн м}^3.$$

Сбросы в апреле и мае рассчитываем аналогичным образом. После определения всех объемов, подсчитываем сумму притока, потребления, потерь и сбросов. Далее проводим проверку правильности расчета водохранилища по формуле (8.11):

$$273 = 204,75 + 7,64 + 60,61;$$

т.к. проверка выполняется, следовательно, расчет произведен правильно.

По полученному объему $V_{\text{НПУ}}=85,205$ млн м³, находим по топографическим характеристикам отметку ∇ НПУ=122,5 м и наносим ее на график (рис. 6.2).

Полезный объем водохранилища определяем по формуле (8.1):

$$V_{\text{ПЛЗ}} = 85,205 - 1,70 = 83,505 \text{ млн м}^3.$$

Таблица 8.1 Расчет водохранилища сезонно-годового регулирования стока с учетом потерь по второму способу

Месяцы	Объем, млн м ³		Разность		Предварительный объем У _{пред} , млн м ³	Расчетный объем У _{расч} , млн м ³	Площадь зеркала F _z , млн м ²	Дополнительное испарение Z _{доп} , мм	Объем потерь, млн м ³			Окончательный объем У _{ок} , млн м ³	Сброс R, млн. м ³
	Приток W	Потребление, Σ q	Избытки +	Недостатки -					на испарение W _z	на фильтрацию W _ф	всего W _п		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
					1,70							1,70	
III	116,30	17,06	99,24			43,45	6,36	-18,40	-0,117	0,435	0,317	85,205	15,413
IV	58,42	17,06	41,36		85,205	85,20	10,21	9,20	0,094	0,852	0,946	85,205	40,410
V	22,93	17,06	5,87		85,205	85,20	10,21	23,00	0,235	0,852	1,087	85,205	4,780
VI	12,29	17,06		4,78	83,863	81,59	9,83	41,40	0,407	0,816	1,223		
VII	5,46	17,06		11,60	77,957	72,16	8,79	59,80	0,526	0,722	1,247	79,204	
VIII	3,82	17,06		13,24	65,352	58,73	7,53	55,20	0,416	0,587	1,003	66,355	
IX	3,28	17,06		13,79	51,431	44,54	6,38	36,80	0,235	0,445	0,680	52,112	
X	5,73	17,06		11,33	37,234	31,57	5,20	18,40	0,096	0,316	0,411	37,645	
XI	13,65	17,06		3,41	25,645	23,94	4,39	4,60	0,020	0,239	0,260	25,904	
XII	16,65	17,06		0,41	22,014	21,81	4,18	0,00	0,000	0,218	0,218	22,232	
I	9,01	17,06		8,05	21,431	17,40	3,48	0,00	0,000	0,174	0,174	21,493	
II	5,46	17,06		11,60	13,302	7,50	0,83	0,00	0,000	0,075	0,075	13,266	
					1,70							1,70	
Сумма	273,00	204,75									7,64		60,61

Практическая работа № 9

Тема. Определение трансформации паводкового стока водохранилищем

Цель работы. 1) Рассчитать и построить кривую сбросных расходов.

2) Определить максимальный сбросной расход.

3) Определить отметку форсированного подпорного уровня.

Краткие теоретические сведения

В период половодья (паводка) часть излишков воды временно задерживается в водохранилище. При этом происходит повышение уровня воды сверх НПУ, т.е. форсирование уровня, и гидрограф половодья (паводка) трансформируется (распластывается) в гидрограф сбросных расходов. Образование объема форсировки, аккумулирующей часть стока высоких вод, позволяет снизить максимальные расходы, поступающие в нижний бьеф водохранилища, и тем самым предотвратить наводнения на нижерасположенных участках реки, а также уменьшить размеры водосбросных гидротехнических сооружений. Вместе с тем повышение уровня воды в водохранилище выше НПУ влечет за собой увеличение высоты плотины и приводит к дополнительному затоплению и подтоплению земель. В связи с этим оптимальный объем, предназначенный для снижения максимальных расходов половодья (паводка) или борьбы с наводнениями в нижнем бьефе водохранилища, устанавливается на основе технико-экономических расчетов.

Водохозяйственный расчет водохранилища на пропуск максимальных расходов выполняют на основе уравнения водного баланса воды в водохранилище.

Излишки воды из водохранилища сбрасываются через водосбросные сооружения. На водохранилищах в качестве водосбросных сооружений наиболее распространены водосливы практического профиля с щитами на гребне или без щитов, а также донные водовыпуски с затворами.

В случае свободного (не подтопленного) истечения через водослив расход определяют по формуле:

$$q = m \cdot B \sqrt{2 \cdot g} \cdot H_0^{3/2}, \quad (9.1)$$

где m – коэффициент расхода водослива, м; B – ширина водослива, м; H_0 – полный действующий напор, т.е. напор с учетом скорости подхода, м; g – ускорение свободного падения, м/с².

При графоаналитических расчетах уравнение водного баланса воды в водохранилище можно записать в следующем виде:

$$V_K + \frac{1}{2} \cdot q_K \cdot \Delta t = \bar{Q} \cdot \Delta t + (V_H + \frac{1}{2} \cdot q_H \cdot \Delta t) - q_H \cdot \Delta t, \quad (9.2)$$

где V_H и V_K – объем воды в водохранилище в начале и в конце интервала времени соответственно, млн м³; q_H и q_K – сброс воды в водохранилище в начале и в конце интервала времени соответственно, м³/с; Δt – расчетный интервал времени, с; \bar{Q} – норма стока, м³/с.

Члены правой части уравнения (9.2) известны для каждого интервала времени, т.к. в начальный момент первого интервала их определяют по исходным параметрам, а затем передают расчетом от одного интервала к другому. Члены V_K и q_K , стоящие в левой части уравнения, необходимо определить расчетом.

Предварительно, задаваясь различными слоями форсировки h_ϕ , вычисляют (по расчетному гидрографу стока и топографическим характеристикам) соответствующие этим значениям объемы водохранилищ и сбросные расходы q_n (по уравнению расхода сбросного сооружения). По полученным данным строят график зависимости сбросных расходов от объема воды в водохранилище $q=f(V)$. Далее в табличной форме выполня- ют расчет по уравнению (9.2).

Для водосбросного сооружения водосливного типа с отметкой гребня, равной НПУ, в случае, когда водохранилище перед паводьем (паводком) наполнено до НПУ, в на- чале первого расчетного интервала времени Δt расходы притока Q_{n1} и сброса q_{n1} равны нулю, наполнение водохранилища $V_{n1}=V_{НПУ}$. В конце этого интервала приток Q_{k1} опреде- ляется как соответствующая ордината расчетного гидрографа.

Конечные значения расхода стока Q_{k1} , сбросного расхода q_{k1} и наполнения водо- хранилища V_{k1} в конце первого интервала являются начальным для второго интервала времени и т.д. По результатам расчета строят кривую сбросных расходов.

Уточненное значение слоя форсировки рассчитывается по формуле:

$$h_\phi = \left(\frac{q_{\max}}{m \cdot B \cdot \sqrt{2 \cdot g}} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad (9.3)$$

где q_{\max} – максимальный сбросной расход, снятый с кривой сбросных расходов.

Форсированный подпорный уровень, создаваемый путем форсирования уровня во- ды в водохранилище выше НПУ в период высоких паводков или половодий для предот- вращения наводнения в нижнем бьефе, определяется следующим образом:

$$\nabla \Phi ПУ = \nabla НПУ + h_\phi. \quad (9.4)$$

Объем форсировки (регулирующий объем водохранилища) определяется как раз- ность объемов при ФПУ и НПУ по формуле:

$$V_\phi = V_{\Phi ПУ} - V_{НПУ}, \quad (9.5)$$

Объемы при ФПУ и НПУ снимаются с топографических характеристик водохрани- лища.

Ход выполнения работы

Рассчитаем кривую сбросных расходов весеннего половодья р. Оресса – с. Андре- евка. Отметку НПУ=122,5 м принимаем из практической работы № 8, $m=0,46$, $Q_{\max 5\%}=141 \text{ м}^3/\text{с}$ (см. практическую работу №5).

Задаемся вначале слоем форсировки по формуле (9.5):

$$h_\phi = 124 - 122,5 = 1,5 \text{ м}$$

По полученному значению слоя форсировки определяем ориентировочное значе- ние ширины водослива по формуле (9.1):

$$B = \frac{141}{0,46 \cdot 1,5^{\frac{3}{2}} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81}} = 37,7 \text{ м.}$$

В связи с тем, что регулирующая емкость водохранилища уменьшает $Q_{\max 5\%}$ рас- четное значение ширины водослива B уменьшают на 10 – 15 %, в нашем случае $B=34 \text{ м}$.

Далее определяем сбросной расход по формуле (9.1):

$$q = 0,46 \cdot 34 \sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot h^{\frac{3}{2}} = 69,3 \cdot h^{\frac{3}{2}}.$$

По полученным данным определяем координаты вспомогательного графика зависимости сбросных расходов от объема воды в водохранилище, принимаем $\Delta t = 2$ сут = 0,1728 млн с в табличной форме (табл. 9.1). Расчет сбросного расхода ведем по полученной зависимости, начиная с отметки НПУ, значения объемов V снимаем с топографических характеристик (см. практическая работа № 6 рис. 6.2)

Таблица 9.1 Расчет координат вспомогательного графика зависимости сбросных расходов от объема воды в водохранилище

$H, \text{ м}$	$h_0, \text{ м}$	$q, \text{ м}^3/\text{с}$	$V_{\text{п}}, \text{ млн м}^3$	$V = V_{\text{п}} - V_{\text{НПУ}}, \text{ млн м}^3$	$0,5 \cdot q \cdot \Delta t, \text{ млн м}^3$	$V + 0,5 \cdot q \cdot \Delta t, \text{ млн м}^3$
1	2	3	4	5	6	7
НПУ=122,5	0	0	85,08	0	0	0
123	0,5	24,5	89,7	4,62	2,12	6,74
123,5	1,0	69,3	93,8	8,72	5,99	14,7
124	1,5	127	98,2	13,1	11,0	24,1

По результатам расчета строим график зависимости сбросных расходов от объема воды в водохранилище (рис. 9.1) по графам 3 и 7.

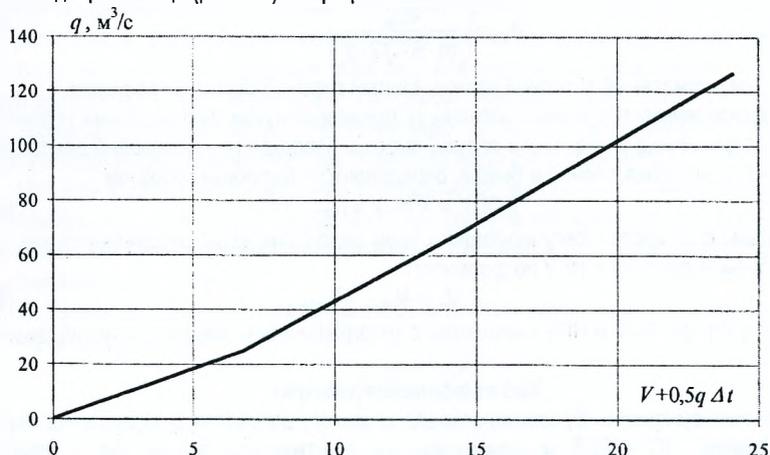


Рис. 9.1 График зависимости сбросных расходов от объема воды в водохранилище

Дальнейший расчет трансформации паводка ведем в табличной форме (табл. 9.2). Время паводка делим на равные интервалы ($\Delta t = 2$ сут = 0,1728 млн с) и записываем в графу 2. Далее по расчетному гидрографу весеннего половодья (см. рис. 8.1 практическая работа №8) снимаем расход на начало и конец данного периода времени, полученные данные заносим в графы 3 и 4. Затем находим среднее значение и записываем в графу 5. Сбросной расход в начальный момент времени равен нулю (графа 6). По правой части формулы (9.2) определяем объем на конец первого интервала (начало второго), полученное значение записываем в графу 8.

$$V_{1к} = 0 + 0,041 \cdot 0,1728 - 0 \cdot 0,1728 = 0,007 \text{ млн м}^3.$$

Сбросной расход на начало второго периода находим по конечному объему воды в водохранилище первого интервала $V_{1к} = 0,007$ млн м^3 по рис. 9.1 и записываем во вто-

рой интервал в графу 6. Полученное значение сбросного расхода умножаем на интервал времени и результат заносим в графу 7:

$$q_2 \cdot \Delta t = 0,02 \cdot 0,1728 = 0,004 \text{ млн м}^3.$$

Далее аналогичным образом по правой части формулы (9.2) находим объем на конец второго интервала

$$V_{2x} = 0,007 + 1,47 \cdot 0,1728 - 0,004 = 0,257 \text{ млн м}^3.$$

Ход вычислений повторяется до конца периода половодья.

Таблица 9.2 Расчет трансформации половодья р. Оресса – с. Андреевка

Интервал	Δt , млн с	Q_n , м ³ /с	Q_k , м ³ /с	$\frac{Q_n + Q_k}{2}$	q , м ³ /с	$q \cdot \Delta t$, м ³ /с	V_k , млн м ³
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,1728	0,0	0,082	0,041	0	0	0,007
2	0,1728	0,082	2,86	1,47	0,02	0,004	0,257
3	0,1728	2,86	18,0	10,4	0,89	0,15	1,90
4	0,1728	18,0	45,7	31,9	6,87	1,19	6,22
5	0,1728	45,7	76,5	61,1	24,5	4,23	12,6
6	0,1728	76,5	104	90,0	55,4	9,58	18,5
7	0,1728	104	122	113	90,2	15,6	22,4
8	0,1728	122	134	128	116	20,0	24,5
9	0,1728	134	140	137	131	22,6	25,6
10	0,1728	140	140	140	138	23,9	25,9
11	0,1728	140	136	138	140	24,2	25,5
12	0,1728	136	130	133	138	23,8	24,7
13	0,1728	130	123	126	132	22,8	23,7
14	0,1728	123	114	118	125	21,6	22,5
15	0,1728	114	105	109	117	20,2	21,2
16	0,1728	105	94,6	99,7	108	18,6	19,8
17	0,1728	94,6	85,5	90,1	98,5	17,0	18,4
18	0,1728	85,5	77,9	81,7	89,2	15,4	17,1
19	0,1728	77,9	69,1	73,5	81,2	14,0	15,7
20	0,1728	69,1	62,4	65,8	73,3	12,7	14,4
21	0,1728	62,4	55,8	59,1	65,8	11,4	13,3
22	0,1728	55,8	52,8	54,3	59,4	10,3	12,4
23	0,1728	52,8	44,1	48,5	54,6	9,44	11,3
24	0,1728	44,1	38,9	41,5	49,0	8,47	10,0
25	0,1728	38,9	33,9	36,4	42,4	7,33	9,00
26	0,1728	33,9	29,5	31,7	37,3	6,45	8,03
27	0,1728	29,5	25,6	27,53	32,7	5,65	7,13
28	0,1728	25,6	22,6	24,12	28,6	4,94	6,36

По результатам расчета табл. 9.2 (графа 6) и, используя расчетный гидрограф весеннего половодья (рис. 5.1), строим совместный график расчетный гидрограф весеннего половодья и кривую сбросных расходов, который представлен на рис. 9.2.

Далее рассчитываем уточненное значение слоя форсировки по формуле (9.3), максимальный сбросной расход снимаем с кривой сбросных расходов $q_{\max} = 140 \text{ м}^3/\text{с}$

$$h_{\phi} = \left(\frac{140}{0,46 \cdot 34 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81}} \right)^{2/3} = 1,59 \text{ м.}$$

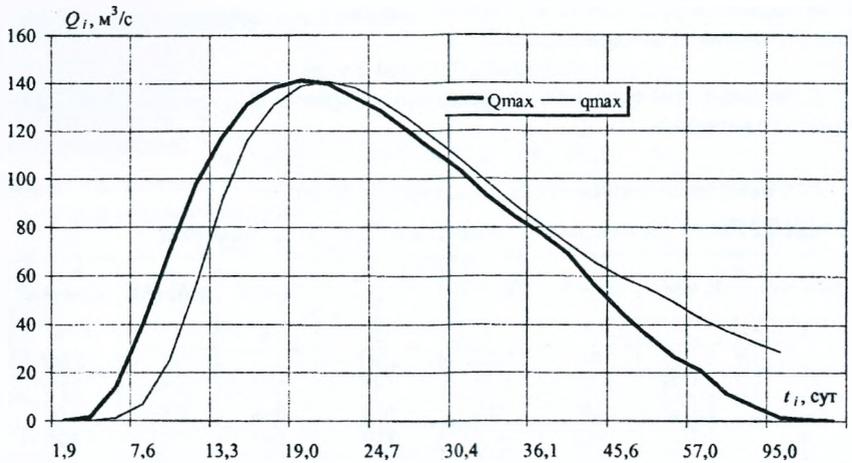


Рис. 9.2 Расчетный гидрограф весеннего половодья и кривая сбросных расходов р. Оресса – с. Андреевка

По формуле (9.4) определяем отметку ФПУ:

$$\nabla_{\text{ФПУ}} = 122,5 + 1,59 = 124,09 \text{ м.}$$

По топографическим характеристикам (рис. 4.2) определяем объем воды в водохранилище, соответствующий отметке 124,09 м, и по формуле (9.5) вычисляем объем форсировки:

$$V_{\text{ф}} = 98,5 - 85,084 = 13,416 \text{ млн м}^3.$$

Отметка ФПУ наносим на график (рис. 6.2).

Анализ совмещенных на одном чертеже расчетного гидрографа половодья (паводка) и кривой сбросных расходов через водослив показывает, что максимальный расход сброса находится на спаде половодья в точке пересечения гидрографов стока и сброса, т.е. когда $Q=q$. Возрастание сбросных расходов запаздывает по сравнению с расходами половодья. Запаздывание тем больше, чем больше площадь водной поверхности водохранилища. Объясняется это тем, что чем больше площадь водной поверхности водохранилища, тем медленнее повышается уровень воды с возрастанием расхода половодья. Кривая сбросных расходов зависит от формы гидрографа половодья, типа сбросного сооружения и характеристик водохранилища.

Литература

1. Пособие к строительным нормам и правилам. П1-98 к СНиП 2.01.14-83 Определение расчетных гидрологических характеристик. – Минск: РУП «Минсктиппроект», 2000. – 174 с.
2. Железняков, Г.В. Гидрология, гидрометрия и регулирование стока / Г. В. Железняков, Т.А. Неговская, Е.Е. Овчаров; Под ред. Г.В. Железнякова. – М.: Колос, 1984. – 205 с.
3. СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик / Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1985. – 36 с.

Таблица А1. Исходные данные

Вариант	Исходная река	Расчетная обеспеченность	Номер тополлана	Сечение горизонталей	Срок службы водохранилища	Норма годовой мутности, р, г/м ³	Площадь водосбора, А, км ²	Озерность, f _{оз} , %	Болола, f _б , %	Заболоченные лес, f _{зл} , %	Сухой лес, f _{сл} , %
1	Березина – г. Бобруйск	80	1	5	50	40	20200	1	7	1	37
2	Березина – г. Борисов	81	2	4	55	45	5690,0	1	7	1	37
3	Беседь – с. Светиловичи	82	3	3	60	50	5010	0	6	2	16
4	Бобр – с. Куты	83	4	2	65	55	374	0	2	1	44
5	Вилия – г. Вилейка	84	5	1	70	60	4190,0	1	6	5	30
6	Вилия – с. Михалишки	85	6	5	50	40	10300	2	8	4	28
7	Вилия – с. Шестицы	86	1	4	55	45	1230,0	1	6	5	41
8	Горынь – пгт. Речица	87	2	3	60	50	27000	1	18	5	26
9	Дисна – пгт. Шарковщина	88	3	2	65	55	4720,0	5	6	8	16
10	Дитва – с. Поречаны	89	4	1	70	60	810,0	1	20	1	6
11	Днепр – г. Жлобин	90	5	5	50	40	30300	1	3	3	29
12	Днепр – г. Могилев	91	6	4	55	45	20800	1	3	2	29
13	Днепр – г. Орша	92	1	3	60	50	18000	1	4	3	29
14	Дрисса – с. Дерновичи	93	2	2	65	55	4580,0	4	5	31	29
15	Друть – с. Городище	94	3	1	70	60	2850,0	0	5	1	18
16	Друть – Чигиринская ГЭС	95	4	5	50	40	3700,0	1	5	1	30
17	кан. Винец – с. Рыгали	96	5	4	55	45	205,0	0	20	0	9
18	Котра – пгт. Сахкомбинат	97	6	3	60	50	2000,0	1	10	8	31
19	Кривинка – с. Добригоры	80	1	2	65	55	1250	3	3	9	34
20	Нарочь – с. Нарочь	81	2	1	70	60	1480	7	14	8	32
21	Ольшанка – с. Богданово	82	3	5	50	40	201,0	1	12	2	13
22	Остер – с. Ходунь	83	4	4	55	45	3250,0	0	4	1	21
23	Ошмянка – с. Великие Яцены	84	5	3	60	50	1480,0	1	5	2	18
24	Припять – г. Мозырь	85	6	2	65	55	101000	0	12	16	19
25	Проня – с. Летяги (х. Яскарь)	86	1	1	70	60	4570,0	1	3	1	19
26	Птичь – с. Луицы	87	2	5	50	40	8770,0	1	6	15	34
27	Рыга – с. Малые Радваничи	88	3	4	55	45	968,0	5	32	7	30
28	Свислочь – с. Теребуты	89	4	3	60	50	4050	1	9	1	24
29	Скема – Никольцы (Микольцы)	90	5	2	65	55	100,0	0	0	12	45
30	Сож – г. Гомель	91	6	1	70	60	38900	1	6	4	22
31	Сож – г. Славгород	92	1	5	50	40	17700	0	3	4	20
32	Сушанка – с. Суша	93	2	4	55	45	153	0	5	1	49
33	Ухлясть – пос. Радьков	94	3	3	60	50	258,0	0	12	2	29
34	Шать – Шацк	95	4	2	65	55	208,0	0	38	5	34
35	Щара – г. Слоним	96	5	1	70	60	4970,0	1	18	10	22

Таблица А2. Годовые расходы рек Беларуси

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Река	Бережина	Бережина	Беседь	Бобр	Вилля	Вилля	Вилля	Горынь	Дисна	Дитва	Днепр	Днепр	Днепр	Дрисса	Друть	Друть	кан.Винец	Котра
Створ	Бобруйск	Борисов	Светловичи	Куты	Вилейка	Мизалышчи	Стешицы	Речица	Шарковщина	Поречаны	Жлобин	Могилев	Орша	Дерновичи	Гродище	Чигиринская ГЭС	Рыгали	Сахкомбинат
1966	131	37,9	23,0	2,35	31,2	76,7	8,33	106	31,5	3,98	190	144	118	34,5	19,0	20,1	0,700	8,94
1967	113	32,1	28,2	1,96	25,5	65,7	7,29	80,6	25,2	4,86	167	119	99,7	27,9	14,4	19,4	0,800	9,39
1968	116	34,7	16,1	2,18	27,4	68,5	7,84	77,9	26,0	4,82	167	120	101	36,0	16,5	22,0	0,670	7,67
1969	94,4	27,0	30,5	1,80	18,8	47,3	5,61	139	16,7	3,52	150	108	97,4	27,1	12,8	18,3	0,520	5,76
1970	151	40,5	45,7	3,18	30,8	70,8	8,52	173	30,7	5,64	241	169	136	35,6	21,9	27,3	1,64	13,7
1971	125	33,4	33,2	2,83	24,6	57,1	6,92	144	19,1	5,08	187	129	117	23,8	16,5	21,4	0,970	11,4
1972	91,4	29,0	16,2	1,63	24,7	55,7	6,83	74,0	14,4	4,93	135	93,4	82,5	22,5	11,7	15,4	0,460	11,9
1973	114	30,5	13,3	2,58	24,6	58,6	6,99	84,9	15,1	6,08	143	96,9	83,6	24,3	14,8	19,7	0,500	11,7
1974	110	31,5	19,5	2,13	18,0	55,3	7,41	124	24,4	4,38	163	112	100	24,9	12,1	18,0	1,02	13,8
1975	114	32,3	16,5	2,03	33,9	71,2	7,36	139	27,6	3,43	157	111	95,8	33,1	11,9	16,9	0,690	12,2
1976	94,0	25,6	11,1	1,55	11,5	39,8	6,00	147	11,8	2,60	150	114	97,3	198	13,0	15,4	0,580	8,21
1977	118	31,5	15,2	2,29	16,6	55,0	7,37	152	21,9	4,68	166	130	107	28,2	13,0	15,6	0,670	9,47
1978	133	41,0	18,4	2,46	26,2	73,8	9,93	121	44,3	5,30	182	124	119	52,1	13,9	17,9	0,680	11,4
1979	123	35,7	22,6	2,13	22,3	66,6	8,83	168	32,1	5,26	183	130	109	35,9	17,0	19,5	0,880	12,3
1980	121	35,4	24,2	2,02	25,5	69,5	8,85	153	36,4	5,70	197	164	149	41,0	14,6	19,4	1,24	14,5
1981	128	35,1	26,6	2,63	23,1	63,7	8,15	164	30,0	4,56	194	142	122	40,8	15,3	19,4	0,700	11,7
1982	140	41,1	21,7	2,68	25,0	69,3	10,2	144	30,6	4,10	188	139	122	39,7	15,1	20,1	0,680	10,7
1983	120	38,2	22,2	2,20	19,0	59,5	8,31	102	33,2	4,54	119	119	101	39,1	14,8	20,1	0,640	10,3
1984	85,1	27,1	12,3	1,69	14,1	41,9	5,88	86,7	13,6	3,51	140	105	89,7	27,7	12,7	15,7	0,530	8,41
1985	113	35,1	30,3	2,86	22,6	62,4	8,14	92,5	30,4	4,81	222	164	144	37,0	16,2	20,0	0,700	10,7
1986	107	30,6	30,0	2,60	18,7	55,4	7,38	75,2	27,3	4,63	244	156	143	37,3	15,2	18,5	0,660	11,2
1987	101	29,6	26,5	1,95	19,3	56,2	7,15	69,6	31,7	3,77	258	178	156	57,2	14,5	18,8	0,580	8,80
1988	114	34,4	30,0	2,54	18,9	57,2	8,51	102	28,4	3,54	214	162	150	43,4	15,2	19,4	1,33	11,9
1989	119	45,3	18,9	3,09	26,9	70,0	11,0	111	33,9	3,28	204	162	136	48,6	15,8	20,5	0,730	9,97
1990	138	46,3	25,0	3,10	27,2	72,6	10,2	85,1	44,6	5,10	251	203	183	66,7	16,8	21,6	0,810	10,5
1991	128	36,7	27,4	2,52	18,0	59,8	8,69	104	29,1	3,75	245	181	157	50,3	12,9	18,5	0,590	8,24
1992	97,8	28,5	14,8	2,14	14,5	43,6	6,20	71,7	23,1	3,51	170	129	109	41,8	13,6	17,9	0,580	7,70
1993	112	31,1	24,1	2,62	16,3	51,3	7,62	108	23,2	5,66	194	153	130	40,8	16,1	21,5	0,630	11,3
1994	137	44,0	36,0	3,17	27,3	80,8	10,4	97,4	42,6	6,84	237	192	156	53,2	18,6	18,1	0,680	15,8
1995	112	34,9	24,8	2,87	16,9	56,3	7,59	76,5	27,3	4,09	189	148	133	38,0	16,6	18,4	0,710	12,5
1996	103	33,7	12,8	2,32	14,9	49,3	7,43	95,2	24,5	3,08	128	93,7	80,2	23,4	14,2	13,5	0,640	9,31
1997	118	36,3	14,5	2,36	18,3	52,4	7,79	76,1	25,6	2,99	155	123	107	39,2	15,1	15,8	0,420	7,48
1998	177	51,5	38,8	3,16	34,6	84,2	14,1	172	36,2	5,31	295	225	213	60,5	19,0	22,4	0,940	11,1
1999	158	41,0	32,1	2,92	23,3	62,2	11,0	153	26,6	4,18	204	176	153	37,5	20,5	18,0	1,00	10,8
2000	199	31,5	29,0	2,52	14,2	45,8	7,31	130	15,1	3,49	201	166	152	30,2	13,6	16,5	0,790	7,96

Продолжение таблицы А2. Годовые расходы рек Беларуси

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Река	Кривинка	Нарочь	Ольшанка	Остер	Ошмянка	Припять	Проня	Птичь	Рыта	Свислочь	Скема	Сож	Сож	Сушанка	Ухлясть	Шать	Щара
Стеор	Добрыгоры	Нарочь	Богданово	Ходунь	Великие Дядьлы	Мозырь	Летали	Лучицы	Мальце Гарадзюны	Теребуты	Николюцы	Гомель	Славгород	Суша	Радзюв	Шацк	Сложим
1966	1,62	11,9	1,40	19,0	11,1	450	28,6	48,7	6,36	27,3	0,880	198	101	0,920	1,33	1,49	27,1
1967	1,36	10,0	1,38	16,0	9,65	352	24,9	49,3	6,84	26,5	0,600	203	100	0,860	1,42	1,18	22,4
1968	1,30	10,0	1,31	12,6	8,91	365	24,6	50,5	4,65	27,7	0,780	159	81,3	0,750	1,04	1,58	24,2
1969	0,880	7,18	1,05	17,2	7,71	415	24,2	42,1	3,00	22,3	0,510	191	87,1	0,620	1,28	1,10	19,0
1970	1,88	10,9	1,42	25,2	10,0	708	36,9	73,2	7,15	34,0	0,800	319	139	1,23	1,76	1,85	42,1
1971	2,04	8,94	1,21	19,8	8,29	552	24,7	57,4	6,00	25,7	0,560	214	93,3	0,950	1,21	1,28	29,2
1972	0,920	8,30	1,04	12,4	8,47	267	17,6	32,3	3,34	19,9	0,540	140	67,8	0,580	0,890	0,820	19,3
1973	1,12	8,01	1,16	13,3	8,76	321	18,3	36,9	4,23	26,2	0,570	129	69,7	0,900	1,23	1,37	21,7
1974	1,16	9,77	1,35	18,0	9,54	463	18,2	44,4	10,3	24,7	0,730	171	84,6	0,850	1,56	1,27	29,3
1975	1,21	10,0	1,22	12,4	9,45	640	17,8	60,8	6,24	27,9	0,780	149	73,2	0,880	1,22	1,31	28,7
1976	0,590	6,07	1,00	12,9	7,97	415	19,8	40,3	3,50	28,0	0,440	123	69,9	0,480	1,10	1,25	21,0
1977	1,55	9,25	1,28	16,4	9,04	486	18,8	45,0	4,43	34,8	0,800	152	76,7	0,710	1,11	1,39	29,6
1978	1,96	12,8	1,37	17,5	10,6	488	22,5	52,7	5,47	38,0	1,14	165	87,3	0,990	1,08	1,46	31,2
1979	1,24	11,4	1,50	17,9	11,1	579	25,0	59,6	5,99	34,6	0,930	187	96,6	0,570	1,16	1,26	31,4
1980	1,05	12,7	1,58	23,8	11,9	496	21,9	64,3	6,67	31,4	1,19	210	101	1,00	1,21	1,14	32,8
1981	1,34	11,4	1,51	24,9	11,0	588	21,9	54,9	5,14	31,2	1,19	205	96,2	0,230	1,12	1,55	28,6
1982	1,42	12,4	1,52	18,2	10,3	505	20,2	65,7	3,83	38,2	1,11	178	87,5	0,850	1,16	1,69	25,9
1983	1,07	11,2	1,37	21,1	10,0	411	21,1	48,0	3,96	32,9	0,960	166	89,8	1,01	1,27	1,45	25,1
1984	0,540	7,77	1,28	16,4	9,24	218	21,5	23,4	2,63	26,3	0,590	126	73,3	0,620	0,970	0,910	18,3
1985	1,94	11,6	1,61	29,5	1,50	344	34,9	35,1	3,55	31,3	1,00	250	146	1,07	1,44	1,20	25,5
1986	1,32	10,7	1,15	20,7	10,0	300	30,5	28,5	3,24	31,1	0,800	223	120	1,03	1,28	0,950	23,5
1987	1,34	10,4	1,41	20,5	10,0	247	26,2	29,0	2,15	32,9	0,820	199	121	1,12	1,24	0,930	22,5
1988	1,43	9,68	1,49	19,4	10,2	412	24,7	36,8	5,37	30,8	0,740	200	108	1,00	1,08	1,01	28,0
1989	2,17	13,4	1,41	20,3	11,3	389	28,1	34,0	2,94	33,2	1,03	190,9	109,2	1,13	1,25	1,01	23,2
1990	2,48	12,8	1,46	24,3	11,6	409	24,4	49,0	2,37	34,5	1,02	226,6	116,1	1,11	1,18	1,26	30,7
1991	1,56	11,3	1,39	23,3	10,3	425	26,1	46,9	1,97	35,8	0,866	223,1	121,4	0,830	1,24	1,17	26,5
1992	1,09	9,18	1,27	17,0	10,0	297	22,9	30,2	1,96	25,9	0,533	158,4	94,4	0,710	0,930	0,740	20,7
1993	1,53	9,54	1,43	21,1	10,8	590	24,1	48,6	2,70	29,0	0,451	203	106,6	0,920	1,08	1,06	22,3
1994	2,12	12,8	2,07	29,8	14,6	498	30,6	56,4	2,65	45,6	0,925	274,3	158,5	1,06	2,06	1,49	28,1
1995	1,65	10,8	1,42	22,7	10,6	345	26,5	34,8	3,43	28,9	0,891	207,1	122	0,870	1,24	1,06	18,7
1996	0,980	8,48	1,27	14,6	9,80	330	19,4	27,1	2,36	30,5	0,660	137	74,5	0,590	0,860	1,02	22,9
1997	1,35	8,55	1,13	16,8	8,71	322	16,1	36,3	2,36	30,3	0,730	145	81,9	1,04	0,920	0,960	15,5
1998	2,26	12,9	1,45	39,7	11,9	725	32,1	68,4	4,35	45,1	1,01	300	180	1,73	1,57	1,79	23,4
1999	1,53	10,3	1,45	24,7	11,1	690	35,0	80,9	4,35	42,5	0,760	243	154	1,17	1,30	1,49	29,4
2000	1,28	7,64	1,20	21,6	9,77	483	26,5	32,8	3,98	27,0	0,590	233	123	0,730	1,19	0,88	20,5

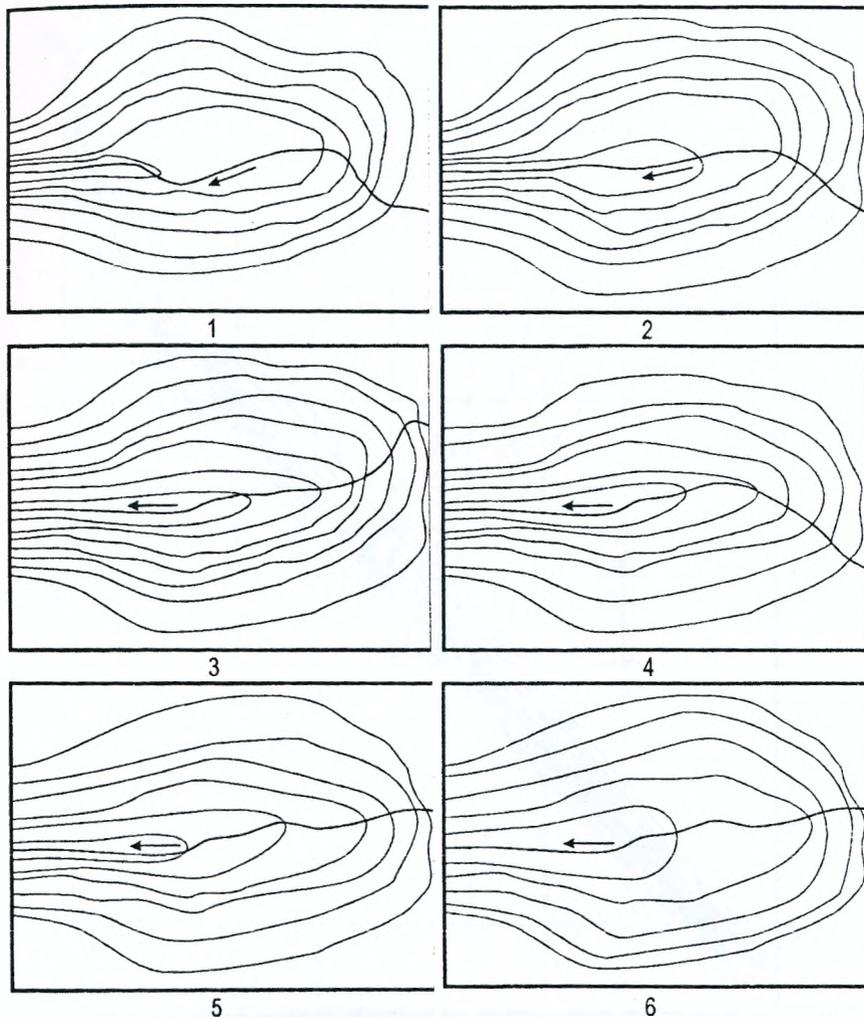


Рис. А1. Топоплан района строительства водохранилища (М 1:20000)

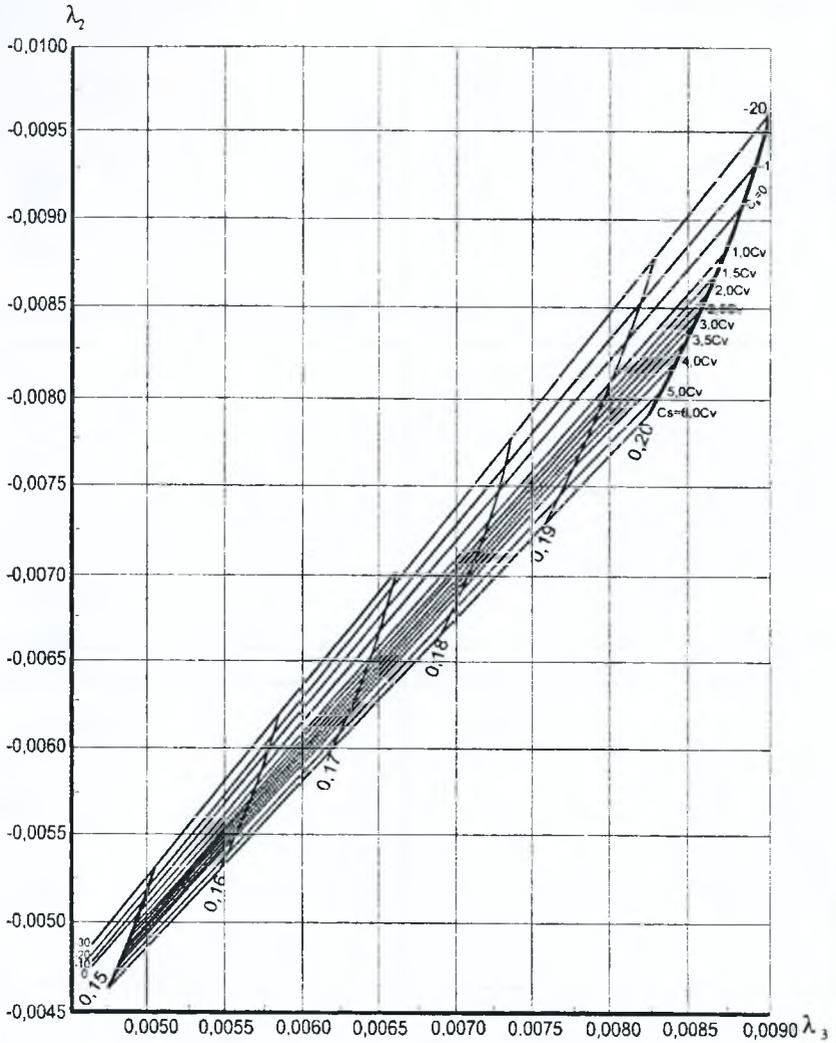


Рис. Б1. Номограмма для вычисления параметров трехпараметрического гаммараспределения (C_v) и (C_s) методом приближенного наибольшего правдоподобия при $C_v=0,15 - 0,20$

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

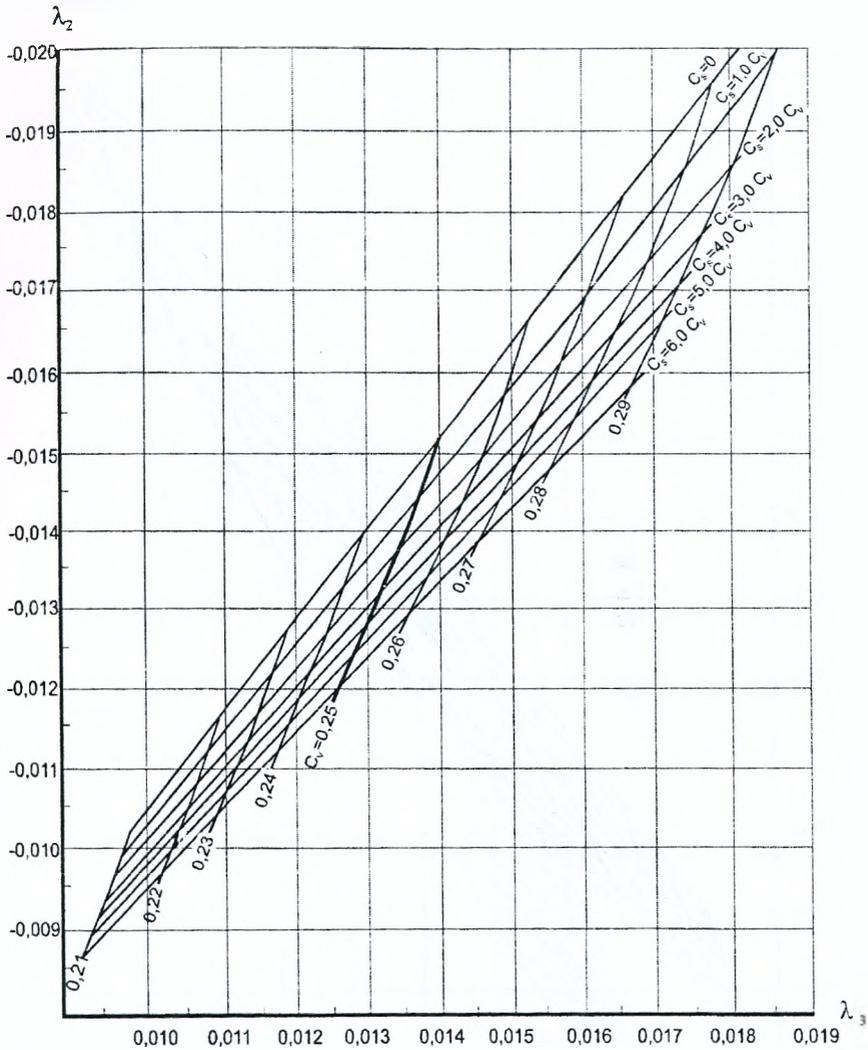


Рис. Б2. Номограмма для вычисления параметров трехпараметрического гамма-распределения (C_v) и (C_s) методом приближенного наибольшего правдоподобия при $C_v=0,21 - 0,28$

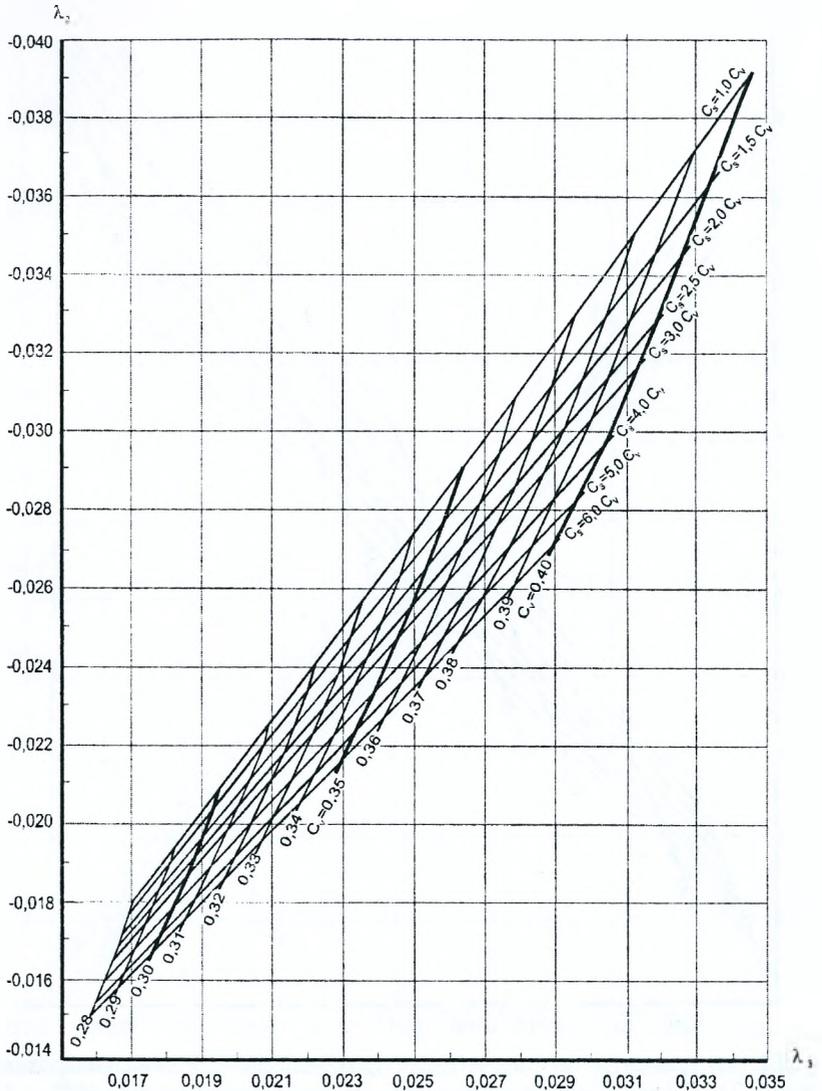


Рис. Б3. Номограмма для вычисления параметров трехпараметрического гаммараспределения (C_V) и (C_S) методом приближенного наибольшего правдоподобия при $C_V=0,28 - 0,40$

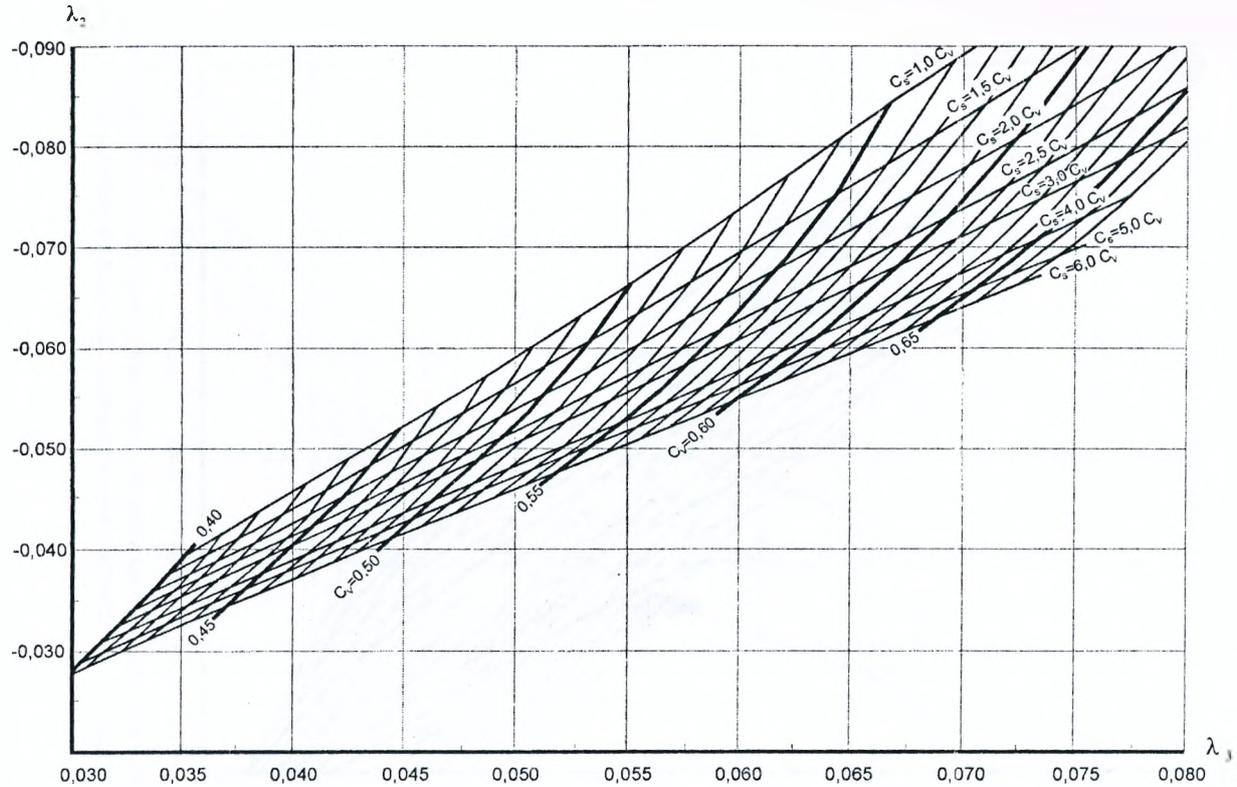


Рис. Б4. Номограмма для вычисления параметров трехпараметрического гамма-распределения (C_V) и (C_S) методом приближенного наибольшего правдоподобия при $C_V=0,40 - 0,60$

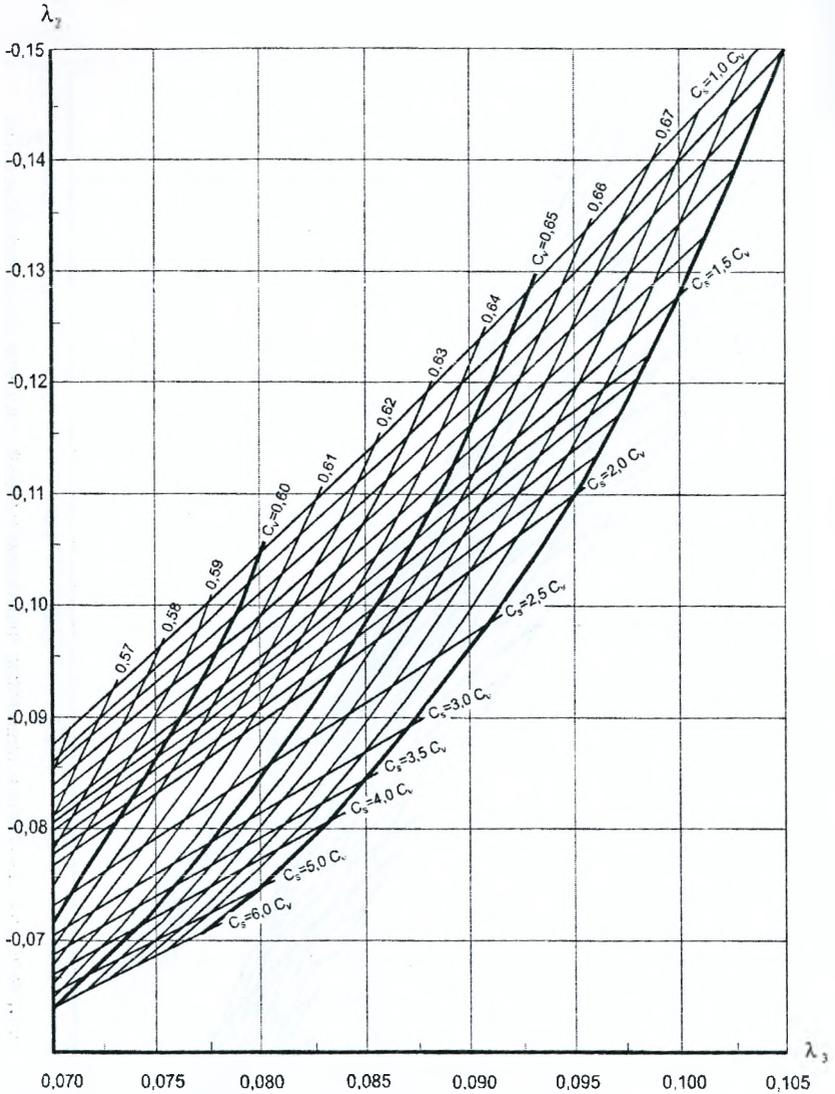


Рис. Б5. Номограмма для вычисления параметров трехпараметрического гаммараспределения (C_V) и (C_S) методом приближенного наибольшего правдоподобия при $C_V=0,60 - 0,70$

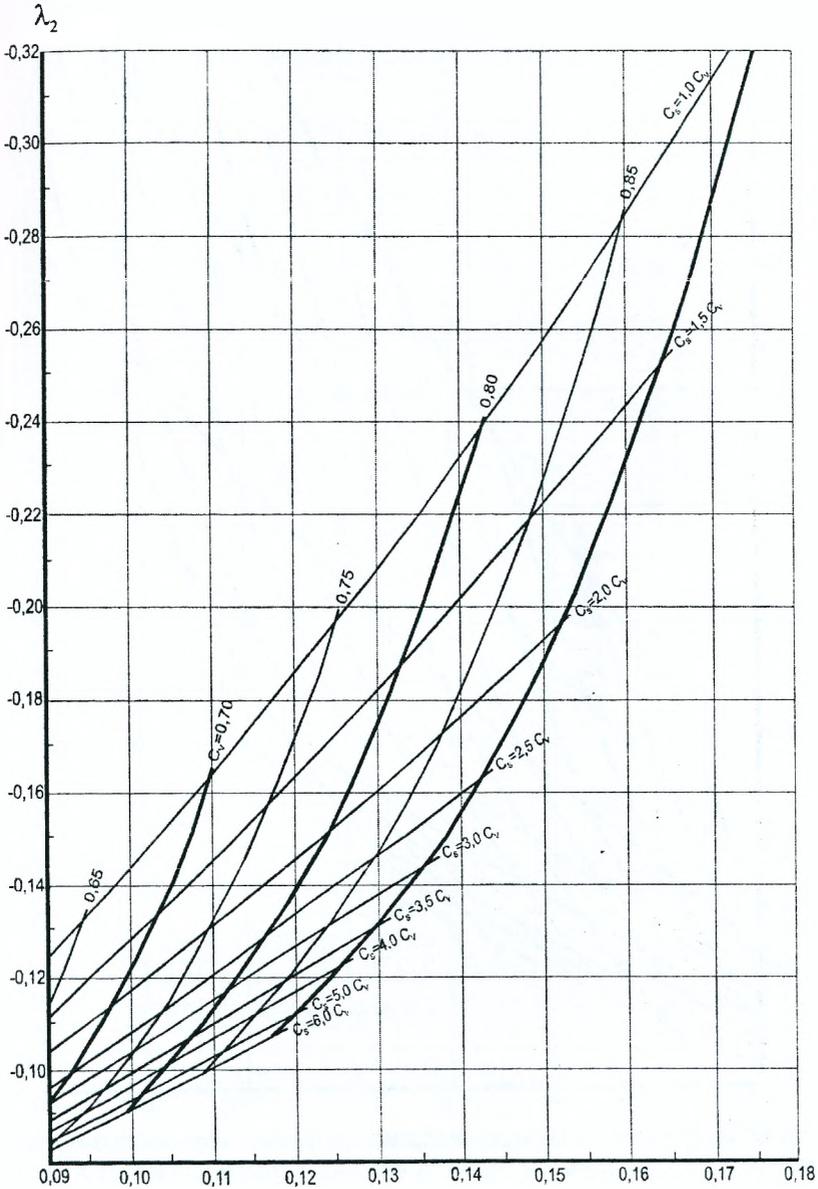


Рис. Б6. Номограмма для вычисления параметров трехпараметрического гамма-распределения (C_1) и (C_2) методом приближенного наибольшего правдоподобия при $C_1=0,60 - 0,90$

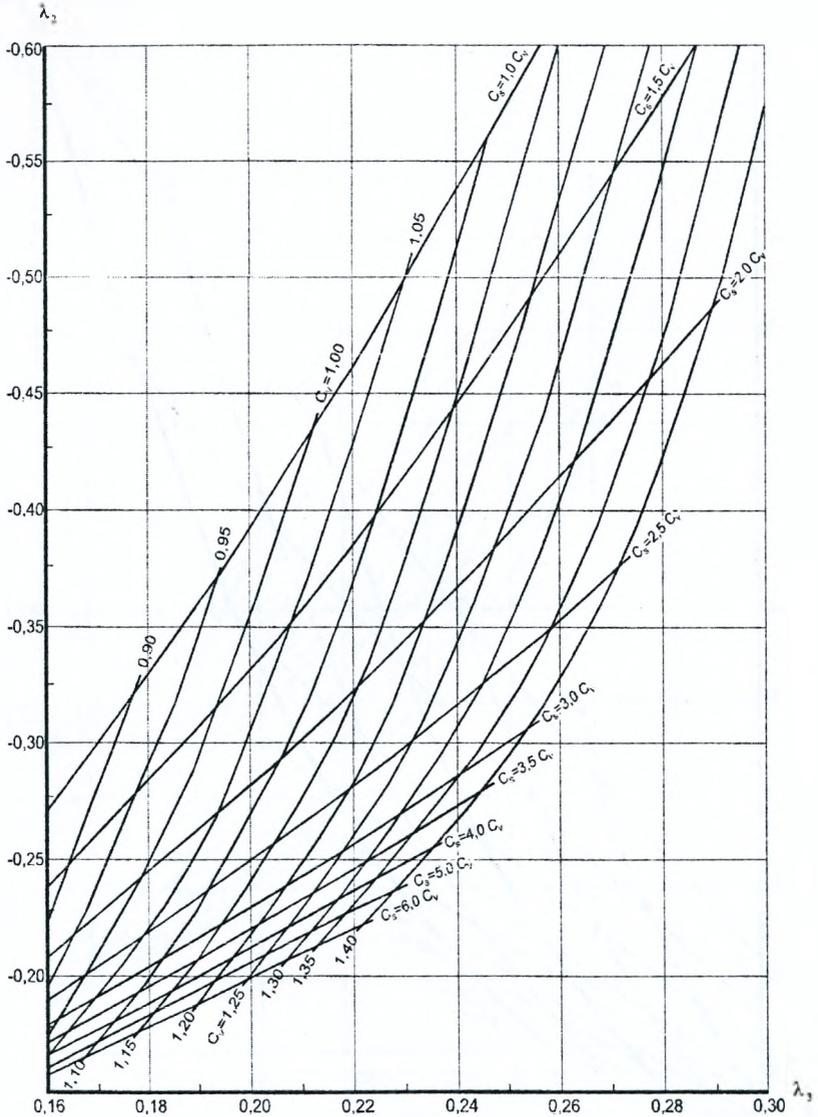


Рис. Б7. Номограмма для вычисления параметров трехпараметрического гаммараспределения (C_2) и (C_3) методом приближенного наибольшего правдоподобия при $C_1=0,90 - 1,10$

Таблица В1. Значения модульных коэффициентов (k_p) для трехпараметрического гамма-распределения

Обеспеченность P, %	Значения модульных коэффициентов (k_p) для трехпараметрического гамма-распределения при величинах (C_v), равных																	
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
	$C_s=2,0C_v$																	
0,001	1,49	2,09	2,82	3,68	4,67	5,78	7,03	8,40	9,89	11,50	13,20	15,10	17,20	19,30	21,60	23,90	26,20	28,60
0,01	1,42	1,92	2,52	3,20	3,98	4,85	5,81	6,85	7,98	9,21	10,50	11,80	13,20	14,70	16,40	18,20	20,20	22,20
0,03	1,38	1,83	2,36	2,96	3,64	4,39	5,22	6,11	7,08	8,11	9,20	10,30	11,60	12,90	14,30	15,60	17,00	18,50
0,05	1,36	1,79	2,29	2,85	3,48	4,18	4,95	5,77	6,66	7,60	8,61	9,65	10,80	11,90	13,10	14,20	15,50	16,70
0,1	1,34	1,73	2,19	2,70	3,27	3,87	4,56	5,30	6,08	6,91	7,75	8,65	9,60	10,60	11,60	12,50	13,50	14,60
0,3	1,30	1,64	2,02	2,45	2,91	3,42	3,96	4,55	5,16	5,81	6,47	7,10	7,98	8,70	9,50	10,50	11,00	11,90
0,5	1,28	1,59	1,94	2,32	2,74	3,20	3,68	4,19	4,74	5,30	5,90	6,50	7,13	7,80	8,42	9,00	9,50	10,10
1	1,25	1,52	1,82	2,16	2,51	2,89	3,29	3,71	4,15	4,60	5,05	5,53	6,02	6,55	7,08	7,50	8,00	8,60
3	1,20	1,41	1,64	1,87	2,13	2,39	2,66	2,94	3,21	3,51	3,80	4,12	4,42	4,71	4,98	5,20	5,50	5,80
5	1,17	1,35	1,54	1,74	1,94	2,15	2,36	2,57	2,78	3,00	3,22	3,40	3,60	3,80	3,96	4,00	4,30	4,50
10	1,13	1,26	1,40	1,54	1,67	1,80	1,94	2,06	2,19	2,30	2,40	2,50	2,57	2,64	2,70	2,70	2,60	2,60
20	1,08	1,16	1,24	1,31	1,38	1,44	1,50	1,54	1,58	1,61	1,62	1,63	1,62	1,61	1,59	1,60	1,60	1,56
25	1,06	1,13	1,18	1,23	1,28	1,31	1,34	1,37	1,38	1,39	1,39	1,35	1,33	1,31	1,28	1,26	1,24	1,22
30	1,05	1,09	1,13	1,16	1,19	1,21	1,22	1,22	1,22	1,20	1,18	1,14	1,11	1,08	1,04	1,015	0,980	0,950
40	1,02	1,04	1,05	1,05	1,04	1,03	1,01	0,984	0,955	0,916	0,870	0,830	0,770	0,725	0,670	0,625	0,580	0,530
50	0,997	0,986	0,970	0,948	0,918	0,886	0,846	0,800	0,748	0,693	0,640	0,580	0,520	0,460	0,405	0,355	0,310	0,265
60	0,972	0,938	0,898	0,852	0,803	0,748	0,692	0,632	0,568	0,511	0,450	0,390	0,334	0,283	0,234	0,190	0,160	0,130
70	0,945	0,886	0,823	0,760	0,691	0,622	0,552	0,488	0,424	0,357	0,300	0,250	0,203	0,155	0,120	0,090	0,070	0,060
75	0,931	0,858	0,784	0,708	0,634	0,556	0,489	0,416	0,352	0,288	0,241	0,193	0,146	0,106	0,077	0,060	0,050	0,040
80	0,915	0,830	0,745	0,656	0,574	0,496	0,419	0,352	0,280	0,223	0,175	0,130	0,094	0,065	0,046	0,035	0,027	0,020
90	0,873	0,754	0,640	0,532	0,436	0,352	0,272	0,208	0,154	0,105	0,074	0,049	0,030	0,016	0,009	0,005	0,004	0,003
95	0,842	0,696	0,565	0,448	0,342	0,256	0,181	0,120	0,082	0,051	0,030	0,016	0,009	0,004	0,002	0,001	2,0·10 ⁻⁴	8,0·10 ⁻⁵
97	0,821	0,660	0,517	0,392	0,288	0,202	0,139	0,088	0,046	0,030	0,016	0,008	0,004	0,002	0,001	2,0·10 ⁻⁴	8,0·10 ⁻⁵	5,0·10 ⁻⁵
99	0,782	0,594	0,436	0,304	0,206	0,130	0,076	0,040	0,019	0,010	0,005	0,002	0,001	2,0·10 ⁻⁴	8,0·10 ⁻⁵	5,0·10 ⁻⁵	2,0·10 ⁻⁵	1,0·10 ⁻⁵
99,5	0,761	0,560	0,394	0,269	0,166	0,099	0,054	0,027	0,012	0,005	0,002	0,001	2,0·10 ⁻⁴	5,0·10 ⁻⁵	2,0·10 ⁻⁵	5,0·10 ⁻⁶	1,0·10 ⁻⁶	0
99,7	0,748	0,537	0,374	0,240	0,144	0,082	0,042	0,019	0,008	0,003	0,001	3,0·10 ⁻⁴	8,0·10 ⁻⁵	2,0·10 ⁻⁵	1,0·10 ⁻⁵	1,0·10 ⁻⁶	0	0
99,9	0,719	0,492	0,319	0,192	0,107	0,052	0,027	0,008	0,004	0,001	2,0·10 ⁻⁴	4,0·10 ⁻⁵	1,0·10 ⁻⁵	5,0·10 ⁻⁶	1,0·10 ⁻⁶	0	0	0

Продолжение таблицы В1

Обеспеченность P, %	Значения модульных коэффициентов (k_p) для трехпараметрического гамма-распределения при величинах (C_v), равных																	
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
	$C_v=2,5C_v$																	
0,001	1,52	2,18	3,05	4,13	5,41	6,90	8,61	10,50	12,60	14,80	17,20	19,90	22,60	25,60	28,70	32,10	35,80	39,70
0,01	1,44	1,98	2,67	3,49	4,45	5,54	6,76	8,10	9,55	11,10	12,80	14,60	16,40	18,40	20,40	22,50	24,70	27,00
0,03	1,40	1,88	2,48	3,18	4,00	4,91	5,93	7,02	8,20	9,46	10,80	12,20	13,70	15,20	16,80	18,50	20,20	22,10
0,05	1,38	1,83	2,39	3,04	3,79	4,62	5,54	6,53	7,59	8,72	9,92	11,20	12,50	13,80	15,20	16,70	18,20	19,80
0,1	1,35	1,77	2,27	2,85	3,51	4,24	5,04	5,90	6,80	7,76	8,76	9,81	10,90	12,00	13,20	14,40	15,70	17,00
0,3	1,30	1,66	2,08	2,55	3,07	3,64	4,26	4,91	5,58	6,28	7,02	7,78	8,56	9,36	10,20	11,10	12,00	13,00
0,5	1,28	1,61	1,99	2,41	2,87	3,36	3,90	4,46	5,03	5,63	6,25	6,89	7,54	8,20	8,88	9,56	10,30	11,00
1	1,25	1,54	1,86	2,21	2,59	3,00	3,42	3,87	4,32	4,78	5,26	5,73	6,22	6,71	7,20	7,70	8,20	8,71
3	1,20	1,42	1,65	1,90	2,15	2,42	2,69	2,96	3,23	3,50	3,77	4,04	4,30	4,56	4,81	5,06	5,30	5,54
5	1,17	1,35	1,55	1,74	1,95	2,15	2,35	2,55	2,75	2,94	3,13	3,31	3,48	3,65	3,81	3,96	4,11	4,26
10	1,13	1,26	1,40	1,53	1,66	1,78	1,90	2,01	2,12	2,22	2,31	2,39	2,46	2,53	2,59	2,64	2,69	2,73
20	1,08	1,16	1,23	1,30	1,36	1,41	1,45	1,49	1,52	1,54	1,55	1,56	1,56	1,55	1,54	1,52	1,50	1,47
25	1,07	1,12	1,18	1,22	1,26	1,28	1,31	1,32	1,33	1,33	1,32	1,31	1,29	1,27	1,24	1,21	1,17	1,14
30	1,05	1,09	1,13	1,15	1,17	1,18	1,18	1,18	1,17	1,16	1,14	1,11	1,08	1,05	1,01	0,972	0,931	0,888
40	1,02	1,04	1,04	1,04	1,03	1,01	0,989	0,962	0,930	0,895	0,857	0,816	0,773	0,729	0,684	0,638	0,592	0,545
50	0,997	0,984	0,964	0,938	0,906	0,870	0,830	0,787	0,742	0,695	0,648	0,600	0,552	0,505	0,459	0,415	0,373	0,332
60	0,972	0,935	0,893	0,847	0,797	0,745	0,692	0,639	0,586	0,533	0,482	0,432	0,385	0,340	0,298	0,259	0,224	0,191
70	0,945	0,885	0,822	0,758	0,693	0,629	0,567	0,506	0,449	0,395	0,344	0,297	0,254	0,215	0,180	0,149	0,122	0,099
75	0,931	0,858	0,785	0,712	0,640	0,571	0,505	0,443	0,385	0,332	0,283	0,238	0,199	0,164	0,133	0,107	0,085	0,066
80	0,915	0,830	0,745	0,663	0,585	0,512	0,444	0,381	0,324	0,272	0,226	0,185	0,149	0,119	0,094	0,072	0,055	0,041
90	0,875	0,757	0,648	0,549	0,459	0,381	0,310	0,250	0,198	0,155	0,118	0,089	0,066	0,047	0,033	0,023	0,015	0,010
95	0,843	0,702	0,576	0,467	0,373	0,293	0,227	0,172	0,128	0,093	0,066	0,046	0,030	0,020	0,012	0,008	0,004	0,002
97	0,823	0,667	0,533	0,420	0,325	0,247	0,184	0,134	0,095	0,065	0,044	0,028	0,018	0,011	0,006	0,003	0,002	0,001
99	0,784	0,606	0,459	0,341	0,248	0,175	0,120	0,080	0,052	0,032	0,019	0,011	0,006	0,003	0,001	0,001	3,0·10 ⁻⁴	1,0·10 ⁻⁴
99,9	0,727	0,513	0,353	0,235	0,151	0,093	0,055	0,030	0,016	0,008	0,004	0,001	0,001	2,0·10 ⁻⁴	6,0·10 ⁻⁵	2,0·10 ⁻⁵	6,0·10 ⁻⁶	1,0·10 ⁻⁶

Продолжение таблицы В1

Обеспеченность Р, %	Значения модульных коэффициентов (K_n) для трехпараметрического гамма-распределения при величинах (C_v), равных																	
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
	$C_s=3,0C_v$																	
0,001	1,54	2,29	3,32	4,63	6,24	8,14	10,30	12,70	15,40	18,20	21,30	24,50	27,90	31,50	35,30	39,30	43,40	47,80
0,01	1,46	2,05	2,83	3,80	4,94	6,26	7,70	9,30	11,00	12,80	14,80	16,80	19,00	21,20	23,50	25,90	28,40	31,00
0,03	1,41	1,93	2,59	3,42	4,35	5,39	6,58	7,85	9,19	10,60	12,10	13,70	15,30	17,00	18,80	20,60	22,40	24,30
0,05	1,39	1,88	2,49	3,24	4,09	5,04	6,08	7,21	8,40	9,65	11,00	12,40	13,80	15,20	16,80	18,30	19,90	21,50
0,1	1,36	1,81	2,35	3,01	3,74	4,56	5,44	6,38	7,37	8,41	9,49	10,60	11,80	13,00	14,20	15,40	16,70	18,00
0,3	1,31	1,69	2,12	2,65	3,21	3,82	4,48	5,17	5,88	6,61	7,37	8,15	8,94	9,75	10,60	11,40	12,30	13,10
0,5	1,28	1,63	2,03	2,48	2,97	3,50	4,06	4,64	5,24	5,84	6,47	7,10	7,75	8,41	9,07	9,74	10,40	11,10
1	1,25	1,55	1,90	2,26	2,66	3,07	3,50	3,96	4,41	4,87	5,33	5,79	6,26	6,74	7,21	7,68	8,14	8,61
3	1,20	1,42	1,66	1,91	2,17	2,43	2,69	2,95	3,21	3,47	3,73	3,98	4,20	4,44	4,67	4,89	5,10	5,31
5	1,17	1,36	1,55	1,75	1,95	2,14	2,34	2,52	2,70	2,88	3,05	3,22	3,37	3,52	3,66	3,8	3,92	4,04
10	1,13	1,26	1,40	1,52	1,65	1,76	1,87	1,97	2,06	2,15	2,23	2,30	2,36	2,42	2,47	2,51	2,55	2,58
20	1,08	1,16	1,23	1,29	1,34	1,38	1,42	1,45	1,47	1,49	1,50	1,50	1,50	1,49	1,48	1,46	1,45	1,42
25	1,07	1,12	1,17	1,21	1,24	1,26	1,28	1,28	1,29	1,29	1,28	1,27	1,25	1,23	1,20	1,18	1,15	1,12
30	1,05	1,09	1,12	1,14	1,15	1,16	1,16	1,15	1,14	1,13	1,11	1,08	1,06	1,03	0,997	0,964	0,929	0,892
40	1,02	1,03	1,03	1,03	1,01	0,995	0,972	0,946	0,915	0,883	0,848	0,812	0,775	0,736	0,697	0,659	0,620	0,581
50	0,997	0,981	0,959	0,930	0,898	0,862	0,823	0,783	0,741	0,699	0,656	0,614	0,572	0,531	0,491	0,452	0,415	0,379
60	0,972	0,933	0,890	0,843	0,794	0,745	0,695	0,646	0,597	0,549	0,503	0,459	0,417	0,377	0,339	0,304	0,271	0,240
70	0,945	0,884	0,822	0,758	0,696	0,636	0,578	0,523	0,471	0,422	0,375	0,333	0,293	0,257	0,224	0,194	0,166	0,142
75	0,931	0,858	0,786	0,715	0,647	0,583	0,522	0,465	0,412	0,363	0,318	0,277	0,239	0,206	0,176	0,149	0,125	0,105
80	0,915	0,830	0,748	0,669	0,596	0,528	0,465	0,407	0,354	0,306	0,263	0,224	0,190	0,160	0,133	0,110	0,090	0,073
90	0,876	0,761	0,656	0,563	0,479	0,406	0,341	0,284	0,235	0,193	0,156	0,126	0,100	0,078	0,061	0,047	0,035	0,026
95	0,844	0,708	0,588	0,487	0,400	0,326	0,263	0,210	0,166	0,129	0,100	0,076	0,057	0,042	0,030	0,022	0,015	0,010
97	0,825	0,675	0,548	0,443	0,355	0,282	0,221	0,171	0,131	0,099	0,073	0,054	0,038	0,027	0,018	0,012	0,008	0,005
99	0,786	0,618	0,484	0,369	0,283	0,213	0,158	0,116	0,083	0,058	0,040	0,027	0,017	0,011	0,007	0,004	0,002	0,001
99,5	0,769	0,588	0,446	0,334	0,249	0,182	0,131	0,092	0,064	0,043	0,028	0,018	0,011	0,006	0,004	0,002	0,001	6,0·10 ⁻⁴
99,7	0,756	0,568	0,422	0,312	0,228	0,163	0,114	0,079	0,053	0,034	0,022	0,014	0,008	0,004	0,002	0,001	6,0·10 ⁻⁴	3,0·10 ⁻⁴
99,9	0,732	0,531	0,381	0,273	0,192	0,131	0,088	0,057	0,036	0,022	0,013	0,007	0,004	0,002	0,001	4,0·10 ⁻⁴	2,0·10 ⁻⁴	8,0·10 ⁻⁵

Продолжение таблицы В1

Обеспеченность Р, %	Значения модульных коэффициентов (k_p) для трехпараметрического гамма-распределения при величинах (C_v), равных																	
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
	$C_v=3,5C_v$																	
0,001	1,56	2,39	3,59	5,23	7,26	9,65	12,3	15,20	18,20	21,60	25,10	28,90	32,80	36,90	41,20	45,7	50,30	55,10
0,01	1,48	2,12	2,99	4,12	5,46	6,94	8,60	10,40	12,30	14,40	16,50	18,80	21,10	23,50	26,00	28,6	31,30	34,00
0,03	1,43	1,98	2,71	3,63	4,64	5,85	7,17	8,56	10,00	11,60	13,20	14,80	16,60	18,40	20,20	22,1	24,10	26,10
0,05	1,40	1,93	2,58	3,41	4,33	5,38	6,54	7,77	9,04	10,40	11,80	13,20	14,70	16,30	17,80	19,4	21,10	22,80
0,1	1,37	1,84	2,43	3,14	3,93	4,79	5,75	6,77	7,82	8,90	10,00	11,20	12,40	13,60	14,90	16,1	17,40	18,80
0,3	1,31	1,71	2,16	2,75	3,36	4,00	4,67	5,36	6,08	6,83	7,59	8,37	9,17	9,97	10,80	11,6	12,40	13,30
0,5	1,29	1,65	2,07	2,55	3,06	3,62	4,18	4,76	5,35	5,97	6,59	7,22	7,86	8,50	9,14	9,79	10,40	11,10
1	1,25	1,57	1,93	2,31	2,71	3,13	3,56	4,00	4,45	4,90	5,36	5,80	6,26	6,71	7,16	7,61	8,05	8,49
3	1,20	1,43	1,68	1,93	2,18	2,43	2,68	2,94	3,19	3,43	3,67	3,90	4,12	4,34	4,55	4,75	4,95	5,14
5	1,17	1,36	1,56	1,75	1,94	2,13	2,31	2,49	2,66	2,83	2,98	3,14	3,28	3,42	3,55	3,67	3,78	3,89
10	1,13	1,26	1,39	1,52	1,63	1,74	1,84	1,93	2,02	2,10	2,17	2,23	2,29	2,34	2,38	2,42	2,46	2,48
20	1,08	1,16	1,22	1,28	1,32	1,36	1,39	1,42	1,44	1,45	1,46	1,46	1,46	1,45	1,44	1,43	1,41	1,39
25	1,07	1,12	1,16	1,20	1,22	1,24	1,25	1,26	1,26	1,26	1,25	1,24	1,22	1,21	1,18	1,16	1,14	1,11
30	1,05	1,08	1,11	1,13	1,14	1,14	1,14	1,13	1,12	1,11	1,09	1,07	1,04	1,02	0,989	0,960	0,929	0,897
40	1,02	1,03	1,03	1,02	1,00	0,984	0,960	0,935	0,907	0,877	0,845	0,812	0,777	0,743	0,708	0,673	0,638	0,604
50	0,997	0,978	0,954	0,925	0,892	0,856	0,819	0,781	0,742	0,703	0,664	0,625	0,587	0,549	0,513	0,477	0,443	0,410
60	0,972	0,931	0,887	0,841	0,793	0,745	0,698	0,652	0,606	0,562	0,520	0,479	0,440	0,403	0,368	0,335	0,303	0,274
70	0,945	0,883	0,821	0,760	0,700	0,643	0,588	0,537	0,488	0,442	0,398	0,358	0,321	0,286	0,254	0,225	0,199	0,175
75	0,931	0,858	0,787	0,719	0,654	0,593	0,536	0,482	0,432	0,386	0,343	0,304	0,268	0,236	0,206	0,180	0,156	0,135
80	0,915	0,831	0,751	0,676	0,606	0,541	0,482	0,427	0,377	0,332	0,290	0,253	0,219	0,189	0,163	0,139	0,118	0,100
90	0,877	0,764	0,664	0,576	0,496	0,427	0,366	0,311	0,263	0,221	0,185	0,154	0,127	0,104	0,085	0,069	0,055	0,044
95	0,840	0,713	0,600	0,504	0,422	0,351	0,290	0,239	0,195	0,158	0,127	0,101	0,080	0,062	0,048	0,037	0,028	0,021
97	0,827	0,683	0,563	0,463	0,380	0,309	0,249	0,201	0,160	0,126	0,098	0,076	0,058	0,044	0,033	0,024	0,018	0,013
99	0,788	0,629	0,499	0,396	0,312	0,244	0,186	0,145	0,110	0,082	0,061	0,044	0,032	0,022	0,016	0,011	0,007	0,005
99,9	0,737	0,548	0,408	0,303	0,224	0,165	0,118	0,083	0,057	0,039	0,026	0,016	0,010	0,006	0,004	0,002	0,001	0,001

Продолжение таблицы В1

Обеспеченность Р, %	Значения модульных коэффициентов (k_p) для трехпараметрического гамма-распределения при величинах (C_v), равных																	
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
	$C_s=4,0C_v$																	
0,001	1,59	2,49	3,90	5,80	8,15	10,90	13,90	17,20	20,80	24,60	28,60	32,80	37,20	41,80	46,60	51,50	56,60	61,80
0,01	1,50	2,18	3,17	4,43	5,91	7,58	9,41	11,40	13,40	15,50	17,90	20,30	22,80	25,40	28,00	30,80	33,60	36,50
0,03	1,44	2,04	2,86	3,86	5,02	6,30	7,67	9,14	10,70	12,30	14,00	15,80	17,60	19,40	21,30	23,30	25,30	27,30
0,05	1,41	1,97	2,72	3,61	4,63	5,76	6,96	8,22	9,56	11,00	12,40	13,90	15,40	17,00	18,60	20,30	21,90	23,70
0,1	1,38	1,88	2,53	3,29	4,15	5,07	6,05	7,08	8,15	9,26	10,40	11,60	12,80	14,00	15,30	16,60	17,90	19,20
0,3	1,32	1,74	2,24	2,82	3,44	4,09	4,79	5,50	6,22	6,96	7,73	8,53	9,31	10,10	10,90	11,70	12,50	13,30
0,5	1,29	1,67	2,12	2,61	3,13	3,68	4,26	4,85	5,43	6,03	6,65	7,29	7,91	8,53	9,16	9,79	10,40	11,00
1	1,25	1,58	1,94	2,31	2,75	3,17	3,59	4,03	4,47	4,91	5,34	5,79	6,22	6,66	7,09	7,52	7,95	8,37
3	1,20	1,44	1,68	1,93	2,18	2,43	2,68	2,92	3,16	3,39	3,62	3,83	4,04	4,25	4,45	4,64	4,83	5,01
5	1,17	1,36	1,56	1,75	1,94	2,12	2,29	2,46	2,62	2,78	2,93	3,07	3,21	3,34	3,46	3,57	3,68	3,78
10	1,13	1,26	1,39	1,51	1,62	1,72	1,81	1,90	1,98	2,05	2,12	2,18	2,24	2,28	2,32	2,36	2,39	2,42
20	1,08	1,15	1,22	1,27	1,31	1,34	1,37	1,40	1,41	1,42	1,43	1,44	1,43	1,43	1,42	1,41	1,39	1,38
25	1,07	1,12	1,16	1,19	1,21	1,23	1,24	1,24	1,24	1,24	1,23	1,22	1,21	1,19	1,17	1,15	1,13	1,10
30	1,05	1,08	1,11	1,12	1,13	1,13	1,13	1,12	1,11	1,10	1,08	1,06	1,04	1,01	0,985	0,958	0,929	0,900
40	1,02	1,02	1,02	1,01	0,996	0,976	0,954	0,929	0,902	0,873	0,843	0,812	0,781	0,748	0,716	0,684	0,652	0,62
50	0,997	0,976	0,950	0,920	0,888	0,853	0,818	0,781	0,744	0,707	0,670	0,634	0,598	0,562	0,529	0,495	0,464	0,433
60	0,972	0,929	0,885	0,839	0,793	0,747	0,702	0,658	0,614	0,572	0,532	0,494	0,457	0,421	0,388	0,356	0,327	0,299
70	0,945	0,883	0,821	0,761	0,704	0,649	0,597	0,548	0,501	0,457	0,416	0,377	0,341	0,308	0,277	0,248	0,223	0,199
75	0,931	0,858	0,788	0,722	0,660	0,601	0,546	0,495	0,448	0,403	0,362	0,325	0,290	0,258	0,230	0,203	0,179	0,158
80	0,915	0,832	0,754	0,681	0,614	0,553	0,496	0,443	0,395	0,351	0,311	0,274	0,242	0,212	0,185	0,162	0,140	0,122
90	0,877	0,767	0,671	0,586	0,511	0,444	0,384	0,331	0,284	0,243	0,207	0,176	0,148	0,125	0,104	0,087	0,072	0,060
95	0,846	0,719	0,611	0,519	0,440	0,372	0,312	0,261	0,217	0,180	0,148	0,121	0,098	0,080	0,064	0,051	0,041	0,032
97	0,829	0,690	0,576	0,481	0,400	0,332	0,274	0,224	0,182	0,147	0,119	0,095	0,075	0,059	0,046	0,036	0,028	0,021
99	0,790	0,638	0,516	0,417	0,336	0,269	0,214	0,168	0,132	0,102	0,078	0,060	0,045	0,034	0,025	0,018	0,013	0,009
99,5	0,776	0,612	0,485	0,386	0,305	0,239	0,186	0,144	0,110	0,083	0,062	0,046	0,034	0,024	0,017	0,012	0,008	0,006
99,7	0,762	0,594	0,466	0,366	0,286	0,221	0,170	0,129	0,097	0,072	0,053	0,038	0,027	0,019	0,013	0,009	0,006	0,004
99,9	0,742	0,561	0,430	0,331	0,252	0,189	0,141	0,104	0,075	0,054	0,038	0,026	0,018	0,012	0,008	0,005	0,003	0,002

Продолжение таблицы В1

Обеспеченность P, %	Значения модульных коэффициентов (k_p) для трехпараметрического гамма-распределения при величинах (C_v), равных																		
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
	$C_s=4,5C_v$										$C_s=5,0C_v$								
0,001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,67	2,75	4,38	6,87	9,90	13,35	17,05	21,15	25,30
0,01	1,48	2,26	3,35	4,74	6,36	8,15	10,10	12,20	14,40	16,70	1,54	2,34	3,43	4,91	6,65	8,70	10,70	12,71	15,05
0,03	1,44	2,09	2,98	4,07	5,30	6,65	8,09	9,62	11,20	12,90	1,47	2,15	3,07	4,23	5,50	6,95	8,43	9,96	11,60
0,05	1,41	2,02	2,82	3,78	4,86	6,03	7,27	8,58	9,95	11,40	1,43	2,06	2,87	3,9	5,05	6,24	7,51	8,82	10,25
0,1	1,38	1,92	2,61	3,41	4,30	5,25	6,26	7,31	8,40	9,53	1,40	1,95	2,66	3,51	4,44	5,40	6,43	7,54	8,64
0,3	1,33	1,76	2,29	2,88	3,52	4,18	4,87	5,58	6,31	7,06	1,34	1,78	2,31	2,92	3,52	4,22	4,91	5,69	6,41
0,5	1,30	1,69	2,15	2,66	3,19	3,74	4,31	4,89	5,48	6,08	1,31	1,70	2,16	2,69	3,21	3,77	4,34	4,93	5,52
1	1,27	1,59	1,97	2,36	2,77	3,19	3,61	4,04	4,47	4,90	1,27	1,61	1,98	2,38	2,79	3,21	3,65	4,06	4,50
3	1,21	1,44	1,69	1,93	2,18	2,42	2,66	2,90	3,12	3,35	1,20	1,44	1,67	1,93	2,17	2,42	2,62	2,88	3,10
5	1,18	1,37	1,56	1,75	1,93	2,10	2,27	2,44	2,59	2,74	1,17	1,36	1,55	1,74	1,90	2,08	2,22	2,41	2,54
10	1,13	1,26	1,39	1,50	1,60	1,70	1,79	1,88	1,95	2,02	1,13	1,26	1,37	1,49	1,60	1,70	1,79	1,86	1,94
20	1,08	1,15	1,21	1,26	1,30	1,33	1,36	1,38	1,40	1,41	1,08	1,15	1,21	1,25	1,30	1,32	1,34	1,36	1,36
25	1,06	1,11	1,15	1,18	1,20	1,21	1,22	1,23	1,23	1,23	1,06	1,11	1,15	1,17	1,20	1,20	1,20	1,22	1,22
30	1,05	1,08	1,10	1,11	1,12	1,12	1,12	1,11	1,10	1,09	1,05	1,08	1,09	1,10	1,10	1,11	1,10	1,10	1,09
40	1,02	1,02	1,02	1,01	0,989	0,970	0,949	0,925	0,899	0,871	1,02	1,02	1,01	1,00	0,980	0,970	0,940	0,920	0,900
50	0,993	0,974	0,947	0,917	0,885	0,851	0,817	0,782	0,746	0,711	0,990	0,970	0,940	0,920	0,880	0,850	0,820	0,780	0,750
60	0,968	0,928	0,883	0,838	0,793	0,749	0,705	0,663	0,621	0,581	0,970	0,930	0,880	0,840	0,790	0,750	0,710	0,670	0,630
70	0,943	0,882	0,822	0,763	0,708	0,655	0,605	0,557	0,512	0,469	0,940	0,880	0,820	0,770	0,710	0,660	0,610	0,560	0,520
75	0,930	0,858	0,790	0,726	0,666	0,609	0,556	0,506	0,460	0,417	0,930	0,860	0,790	0,730	0,670	0,620	0,560	0,510	0,470
80	0,915	0,833	0,757	0,687	0,622	0,562	0,507	0,456	0,409	0,366	0,910	0,830	0,750	0,690	0,630	0,570	0,520	0,470	0,420
90	0,878	0,771	0,677	0,596	0,523	0,458	0,399	0,347	0,301	0,260	0,880	0,770	0,680	0,610	0,530	0,470	0,410	0,360	0,320
95	0,849	0,724	0,620	0,532	0,455	0,388	0,330	0,279	0,235	0,197	0,840	0,730	0,630	0,550	0,470	0,400	0,340	0,290	0,250
97	0,831	0,696	0,587	0,495	0,417	0,350	0,292	0,242	0,200	0,165	0,820	0,700	0,600	0,510	0,430	0,360	0,310	0,260	0,220
99	0,798	0,648	0,530	0,435	0,355	0,289	0,233	0,187	0,149	0,118	0,78	0,660	0,550	0,450	0,370	0,310	0,250	0,200	0,160
99,5	0,781	0,622	0,502	0,405	0,326	0,260	0,206	0,162	0,127	0,098	0,760	0,630	0,520	0,420	0,340	0,280	0,230	0,180	0,140
99,7	0,769	0,606	0,483	0,386	0,307	0,242	0,190	0,147	0,113	0,086	0,750	0,620	0,510	0,410	0,320	0,260	0,210	0,160	0,120
99,9	0,746	0,575	0,449	0,352	0,274	0,211	0,161	0,122	0,091	0,067	0,730	0,590	0,470	0,370	0,290	0,230	0,180	0,140	0,100

Окончание таблицы В1

Обеспеченность P, %	Значения модульных коэффициентов (k_p) для трехпараметрического гамма-распределения при величинах (C_v), равных																		
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
	$C_s=5,5C_v$										$C_s=6,0C_v$								
0,001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,80	3,02	5,20	8,10	11,50	15,30	19,30	23,80	28,00
0,01	1,52	2,41	3,70	5,30	7,12	9,10	11,20	13,40	15,80	18,20	1,60	2,48	3,75	5,48	7,30	9,39	11,50	13,80	16,40
0,03	1,46	2,20	3,22	4,43	5,77	7,21	8,72	10,30	12,00	13,70	1,52	2,25	3,25	4,54	5,90	7,37	8,90	10,53	12,30
0,05	1,43	2,11	3,01	4,07	5,22	6,45	7,74	9,10	10,50	12,00	1,47	2,15	3,05	4,15	5,25	6,57	7,85	9,26	10,70
0,1	1,40	1,99	2,75	3,62	4,55	5,54	6,56	7,63	8,73	9,87	1,41	2,02	2,80	3,68	4,58	5,54	6,57	7,63	8,79
0,3	1,34	1,81	2,37	2,99	3,64	4,31	4,99	5,70	6,42	7,15	1,35	1,83	2,38	2,98	3,64	4,31	5,00	5,66	6,38
0,5	1,31	1,73	2,21	2,73	3,26	3,81	4,37	4,94	5,52	6,11	1,32	1,74	2,22	2,73	3,26	3,82	4,38	4,93	5,51
1	1,27	1,62	2,00	2,40	2,81	3,21	3,63	4,04	4,46	4,87	1,29	1,63	2,01	2,40	2,81	3,22	3,63	4,03	4,44
3	1,21	1,45	1,69	1,93	2,17	2,40	2,63	2,86	3,08	3,29	1,21	1,45	1,68	1,92	2,14	2,38	2,60	2,82	3,04
5	1,18	1,37	1,56	1,74	1,91	2,08	2,24	2,39	2,54	2,68	1,18	1,37	1,55	1,73	1,89	2,05	2,20	2,36	2,51
10	1,13	1,26	1,38	1,48	1,58	1,68	1,76	1,84	1,91	1,98	1,14	1,26	1,37	1,47	1,56	1,66	1,73	1,82	1,90
20	1,08	1,15	1,20	1,24	1,28	1,31	1,33	1,36	1,37	1,38	1,08	1,14	1,19	1,23	1,27	1,30	1,32	1,34	1,36
25	1,06	1,11	1,14	1,16	1,18	1,20	1,21	1,21	1,21	1,21	1,07	1,10	1,13	1,16	1,18	1,19	1,20	1,21	1,20
30	1,04	1,07	1,09	1,10	1,10	1,11	1,10	1,10	1,09	1,07	1,04	1,07	1,08	1,10	1,10	1,10	1,10	1,09	1,08
40	1,02	1,02	1,01	0,997	0,981	0,963	0,942	0,920	0,896	0,870	1,02	1,02	1,01	0,990	0,980	0,960	0,940	0,920	0,890
50	0,991	0,970	0,942	0,912	0,881	0,850	0,817	0,784	0,751	0,717	0,990	0,970	0,940	0,910	0,880	0,850	0,820	0,790	0,750
60	0,967	0,925	0,882	0,838	0,795	0,753	0,711	0,671	0,632	0,594	0,960	0,920	0,880	0,840	0,800	0,760	0,720	0,680	0,640
70	0,943	0,882	0,823	0,768	0,715	0,664	0,616	0,570	0,527	0,486	0,940	0,880	0,830	0,770	0,720	0,670	0,630	0,580	0,540
75	0,929	0,859	0,794	0,732	0,675	0,621	0,570	0,522	0,478	0,436	0,930	0,860	0,800	0,740	0,680	0,630	0,580	0,530	0,490
80	0,915	0,835	0,762	0,696	0,634	0,577	0,523	0,474	0,429	0,387	0,910	0,840	0,770	0,700	0,640	0,580	0,530	0,480	0,440
90	0,880	0,777	0,689	0,612	0,542	0,479	0,422	0,370	0,325	0,284	0,880	0,780	0,700	0,620	0,550	0,490	0,430	0,380	0,330
95	0,852	0,734	0,637	0,553	0,479	0,413	0,355	0,304	0,260	0,222	0,850	0,740	0,650	0,560	0,490	0,430	0,370	0,320	0,270
97	0,835	0,708	0,606	0,52	0,444	0,377	0,319	0,269	0,226	0,190	0,830	0,720	0,620	0,530	0,460	0,390	0,330	0,280	0,240
99	0,804	0,664	0,555	0,464	0,386	0,319	0,262	0,214	0,175	0,142	0,80	0,670	0,570	0,480	0,400	0,336	0,280	0,230	0,190
99,5	0,788	0,641	0,529	0,437	0,358	0,291	0,236	0,189	0,152	0,121	0,780	0,650	0,550	0,450	0,370	0,310	0,250	0,200	0,170
99,7	0,777	0,626	0,513	0,419	0,340	0,274	0,219	0,174	0,138	0,108	0,760	0,640	0,530	0,430	0,360	0,290	0,240	0,190	0,150
99,9	0,757	0,599	0,482	0,388	0,309	0,244	0,191	0,148	0,114	0,088	0,750	0,610	0,500	0,400	0,330	0,260	0,210	0,160	0,120

Таблица Г.1. Коэффициенты (a_i) в формуле (2.1)

C_s/C_v	$r(1)$	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
2	0,0	0	0,19	0,99	-0,88	0,01	1,54
	0,3	0	0,22	0,99	-0,41	0,01	1,51
	0,5	0	0,18	0,98	0,41	0,02	1,47
3	0,0	0	0,69	0,98	-4,34	0,01	6,78
	0,3	0	1,15	1,02	-7,53	-0,04	12,38
	0,5	0	1,75	1,00	-11,79	-0,05	21,13
4	0,0	0	1,36	1,02	-9,68	-0,05	15,55
	0,3	-0,02	2,61	1,13	-19,85	-0,22	34,15
	0,5	-0,02	3,47	1,18	-29,71	-0,41	58,08

Таблица Г.2. Коэффициенты (b_i) в формуле (2.2)

$r(1)$	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	b_6
0,0	0,03	2,00	0,92	-5,09	0,03	8,10
0,3	0,03	1,77	0,93	-3,45	0,03	8,03
0,5	0,03	1,63	0,92	-0,97	0,03	7,94

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Таблица Д1. Значения нормированных отклонений от среднего значения ординат распределения Пирсона III-го типа (биномиальная кривая распределения)

C _s	Значения (Ф _p) при вероятности превышения (P) в процентах																			Ф _{5%} - Ф _{95%}	S	
	0,01	0,1	1,0	3,0	5,0	10	20	25	30	40	50	60	70	75	80	90	95	97	99			99,9
-4,0	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,490	0,490	0,460	0,410	0,310	-0,120	-0,010	-0,210	-0,960	-1,90	-2,65	-4,34	-8,17	2,40	-0,93
-3,8	0,527	0,527	0,526	0,526	0,526	0,520	0,520	0,510	0,480	0,420	0,300	-0,095	-0,032	-0,240	-1,00	-1,90	-2,65	-4,29	-7,97	2,43	-0,91	
-3,6	0,556	0,556	0,556	0,556	0,555	0,550	0,540	0,540	0,490	0,420	0,280	-0,072	-0,064	-0,280	-1,03	-1,93	-2,66	-4,24	-7,72	2,49	-0,89	
-3,4	0,588	0,588	0,588	0,587	0,586	0,580	0,570	0,550	0,500	0,410	0,270	-0,036	-0,110	-0,310	-1,06	-1,94	-2,66	-4,18	-7,54	2,53	-0,86	
-3,2	0,625	0,625	0,625	0,625	0,621	0,610	0,590	0,570	0,510	0,410	0,250	-0,006	-0,150	-0,350	-1,09	-1,96	-2,66	-4,11	-7,35	2,58	-0,83	
-3,0	0,667	0,667	0,666	0,666	0,665	0,661	0,640	0,620	0,590	0,510	0,400	0,220	-0,027	-0,190	-0,390	-1,13	-1,97	-2,66	-4,05	2,64	-0,80	
-2,8	0,715	0,715	0,715	0,714	0,711	0,703	0,670	0,640	0,600	0,510	0,390	0,200	-0,057	-0,220	-0,440	-1,18	-2,00	-2,65	-3,86	2,71	-0,76	
-2,6	0,770	0,770	0,770	0,766	0,764	0,746	0,700	0,660	0,610	0,510	0,370	0,170	-0,085	-0,250	-0,480	-1,21	-2,00	-2,63	-3,86	2,76	-0,71	
-2,4	0,835	0,833	0,830	0,826	0,820	0,792	0,720	0,670	0,620	0,510	0,350	0,170	-0,120	-0,290	-0,520	-1,25	-2,00	-2,60	-3,78	2,82	-0,67	
-2,2	0,914	0,910	0,905	0,895	0,882	0,842	0,750	0,690	0,640	0,500	0,330	0,120	-0,160	-0,350	-0,570	-1,27	-2,02	-2,54	-3,68	2,90	-0,62	
-2,0	1,01	1,00	0,990	0,970	0,950	0,900	0,780	0,710	0,640	0,490	0,310	0,090	-0,200	-0,390	-0,610	-1,30	-2,00	-2,51	-3,60	2,95	-0,57	
-1,8	1,11	1,11	1,09	1,06	1,02	0,940	0,800	0,720	0,640	0,480	0,280	0,050	-0,240	-0,420	-0,640	-1,32	-1,99	-2,46	-3,50	3,01	-0,51	
-1,6	1,26	1,24	1,2	1,14	1,10	0,990	0,810	0,730	0,640	0,460	0,250	0,020	-0,280	-0,460	-0,680	-1,33	-1,97	-2,42	-3,39	3,07	-0,45	
-1,4	1,41	1,39	1,32	1,23	1,17	1,04	0,830	0,730	0,640	0,440	0,220	-0,020	-0,310	-0,490	-0,710	-1,34	-1,95	-2,37	-3,27	3,12	-0,39	
-1,2	1,68	1,58	1,45	1,33	1,24	1,08	0,840	0,740	0,630	0,420	0,190	-0,050	-0,350	-0,520	-0,730	-1,34	-1,92	-2,31	-3,15	3,16	-0,34	
-1,0	1,92	1,79	1,59	1,42	1,32	1,13	0,850	0,730	0,620	0,390	0,160	-0,090	-0,380	-0,550	-0,760	-1,34	-1,88	-2,25	-3,02	3,20	-0,27	
-0,8	2,23	2,02	1,74	1,52	1,38	1,17	0,860	0,730	0,60	0,370	0,130	-0,120	-0,410	-0,580	-0,790	-1,34	-1,84	-2,18	-2,89	3,24	-0,22	
-0,6	2,57	2,27	1,88	1,61	1,45	1,20	0,850	0,720	0,590	0,340	0,100	-0,160	-0,440	-0,610	-0,800	-1,33	-1,80	-2,12	-2,75	3,25	-0,17	
-0,4	2,98	2,54	2,03	1,70	1,52	1,23	0,850	0,710	0,570	0,310	0,070	-0,190	-0,470	-0,630	-0,820	-1,32	-1,75	-2,04	-2,61	3,27	-0,11	
-0,2	3,37	2,81	2,18	1,79	1,58	1,26	0,850	0,690	0,550	0,280	0,030	-0,220	-0,500	-0,650	-0,830	-1,30	-1,70	-1,96	-2,47	3,38	-0,05	
0,0	3,72	3,09	2,33	1,88	1,64	1,28	0,840	0,670	0,520	0,250	0,000	-0,250	-0,520	-0,670	-0,840	-1,28	-1,64	-1,88	-2,33	3,09	0,00	
0,2	4,16	3,38	2,47	1,96	1,70	1,30	0,830	0,650	0,500	0,220	-0,030	-0,280	-0,550	-0,690	-0,850	-1,26	-1,58	-1,79	-2,81	2,81	0,06	
0,4	4,61	3,66	2,61	2,04	1,75	1,32	0,820	0,630	0,470	0,190	-0,070	-0,310	-0,570	-0,71	-0,850	-1,23	-1,52	-1,70	-2,03	2,54	0,11	
0,6	5,05	3,96	2,75	2,12	1,80	1,33	0,800	0,610	0,440	0,160	-0,100	-0,340	-0,590	-0,72	-0,850	-1,20	-1,45	-1,61	-1,88	2,27	0,17	
0,8	5,50	4,24	2,89	2,18	1,84	1,34	0,780	0,580	0,410	0,120	-0,130	-0,370	-0,600	-0,73	-0,860	-1,17	-1,38	-1,52	-1,74	2,02	0,22	
1,0	5,96	4,53	3,02	2,25	1,88	1,34	0,760	0,550	0,380	0,090	-0,160	-0,390	-0,620	-0,730	-0,850	-1,13	-1,32	-1,42	-1,59	1,79	0,28	

Продолжение таблицы Д1

C _s	Значения (Ф _p) при вероятности превышения (P) в процентах																			Ф _{95%}	S	
	0,01	0,1	1,0	3,0	5,0	10	20	25	30	40	50	60	70	75	80	90	95	97	99			99,9
1,2	6,41	4,81	3,15	2,31	1,92	1,34	0,730	0,520	0,350	0,050	-0,190	-0,420	-0,630	-0,740	-0,840	-1,08	-1,24	-1,33	-1,45	-1,58	3,16	0,34
1,4	6,87	5,09	3,27	2,37	1,95	1,34	0,710	0,490	0,310	0,020	-0,220	-0,440	-0,640	-0,730	-0,830	-1,04	-1,17	-1,23	-1,32	-1,39	3,12	0,39
1,6	7,31	5,37	3,39	2,42	1,97	1,33	0,680	0,460	0,280	-0,020	-0,250	-0,460	-0,640	-0,730	-0,810	-0,990	-1,10	-1,14	-1,2	-1,24	3,07	0,45
1,8	7,76	5,64	3,50	2,46	1,99	1,32	0,640	0,420	0,240	-0,050	-0,280	-0,480	-0,640	-0,720	-0,800	-0,940	-1,02	-1,06	-1,09	-1,11	3,01	0,51
2,0	8,21	5,91	3,60	2,51	2,00	1,30	0,610	0,390	0,200	-0,080	-0,310	-0,490	-0,640	-0,710	-0,780	-0,900	-0,950	-0,970	-0,990	-1,00	2,95	0,57
2,2	8,63	6,14	3,68	2,54	2,02	1,27	0,570	0,350	0,160	-0,120	-0,330	-0,500	-0,640	-0,690	-0,750	-0,842	-0,882	-0,895	-0,905	-0,910	2,89	0,62
2,4	9,00	6,37	3,78	2,60	2,00	1,25	0,520	0,290	0,120	-0,140	-0,350	-0,510	-0,620	-0,670	-0,720	-0,792	-0,820	-0,826	-0,830	-0,833	2,82	0,67
2,6	9,39	6,54	3,86	2,63	2,00	1,21	0,480	0,250	0,085	-0,170	-0,370	-0,510	-0,610	-0,660	-0,700	-0,746	-0,764	-0,766	-0,770	-0,770	2,76	0,72
2,8	9,77	6,86	3,96	2,65	2,00	1,18	0,440	0,220	0,057	-0,200	-0,390	-0,510	-0,600	-0,640	-0,670	-0,703	-0,711	-0,714	-0,715	-0,715	2,71	0,76
3,0	10,16	7,10	4,05	2,66	1,97	1,13	0,390	0,190	0,027	-0,220	-0,400	-0,510	-0,590	-0,620	-0,640	-0,661	-0,665	-0,666	-0,666	-0,667	2,64	0,80
3,2	10,55	7,35	4,11	2,66	1,96	1,09	0,350	0,150	-0,006	-0,250	-0,410	-0,510	-0,570	-0,590	-0,610	-0,621	-0,625	-0,625	-0,625	-0,625	2,59	0,83
3,4	10,90	7,54	4,18	2,66	1,94	1,06	0,310	0,110	-0,036	-0,270	-0,410	-0,500	-0,550	-0,570	-0,580	-0,586	-0,587	-0,588	-0,588	-0,588	2,53	0,86
3,6	11,30	7,72	4,24	2,66	1,93	1,03	0,280	0,064	-0,072	-0,280	-0,420	-0,490	-0,540	-0,540	-0,550	-0,555	-0,556	-0,556	-0,556	-0,556	2,48	0,89
3,8	11,67	7,97	4,29	2,65	1,90	1,00	0,240	0,032	-0,095	-0,300	-0,420	-0,480	-0,510	-0,520	-0,520	-0,526	-0,526	-0,526	-0,526	-0,527	2,43	0,91
4,0	12,02	8,17	4,34	2,65	1,90	0,96	0,210	0,010	-0,120	-0,310	-0,410	-0,460	-0,490	-0,490	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500	-0,500	2,40	0,92
4,2	12,40	8,38	4,39	2,64	1,88	0,93	0,190	-0,010	-0,130	-0,310	-0,410	-0,450	-0,470	-0,473	-0,475	0,476	-0,476	-0,476	-0,477	-0,477	2,36	0,94
4,4	12,76	8,60	4,42	2,63	1,86	0,91	0,150	-0,032	-0,150	-0,320	-0,400	-0,440	-0,451	-0,454	-0,455	-0,455	-0,455	-0,455	-0,455	-0,455	2,32	0,95
4,6	13,12	8,79	4,46	2,62	1,84	0,87	0,130	-0,052	-0,170	-0,320	-0,400	-0,420	-0,432	-0,454	-0,435	-0,435	-0,435	-0,435	-0,435	-0,435	2,28	0,97
4,8	13,51	8,96	4,50	2,60	1,81	0,82	0,100	-0,075	-0,190	-0,320	-0,390	-0,410	-0,416	-0,416	-0,416	-0,416	-0,416	-0,416	-0,417	-0,417	2,23	0,98
5,0	13,87	9,12	4,54	2,60	1,78	0,78	0,068	-0,099	-0,200	-0,330	-0,380	-0,400	-0,399	-0,400	-0,400	-0,400	-0,400	-0,400	-0,400	-0,400	2,18	0,98
5,2	14,25	9,27	4,59	2,60	1,74	0,73	0,035	-0,120	-0,210	-0,330	-0,370	-0,380	-0,384	-0,385	-0,385	-0,385	-0,385	-0,385	-0,385	-0,385	2,12	0,98
5,4	14,60	9,42	4,62	2,60	1,70	0,67	0,020	-0,100	-0,210	-0,330	-0,370	-0,370	-0,370	-0,370	-0,370	-0,370	-0,370	-0,370	-0,370	-0,370	2,07	1,00
5,6	14,95	9,59	4,65	2,60	1,67	0,62	0,000	-0,120	-0,210	-0,300	-0,360	-0,360	-0,360	-0,360	-0,360	-0,360	-0,360	-0,360	-0,360	-0,360	2,03	1,00
5,8	15,32	9,70	4,70	2,60	1,64	0,57	-0,020	-0,140	-0,210	-0,300	-0,350	-0,350	-0,350	-0,350	-0,350	-0,350	-0,350	-0,350	-0,350	-0,350	1,99	1,00
6,0	15,67	9,84	4,70	2,60	1,60	0,51	-0,050	-0,150	-0,210	-0,300	-0,340	-0,340	-0,340	-0,340	-0,340	-0,340	-0,340	-0,340	-0,340	-0,340	1,94	1,00
6,2	16,04	9,95	4,71	2,60	1,56	0,47	-0,050	-0,150	-0,210	-0,300	-0,340	-0,340	-0,340	-0,340	-0,340	-0,340	-0,340	-0,340	-0,340	-0,340	1,90	1,00
6,4	16,40	10,05	4,71	2,60	1,52	0,42	-0,050	-0,150	-0,210	-0,300	-0,330	-0,330	-0,330	-0,330	-0,330	-0,330	-0,330	-0,330	-0,330	-0,330	1,85	1,00

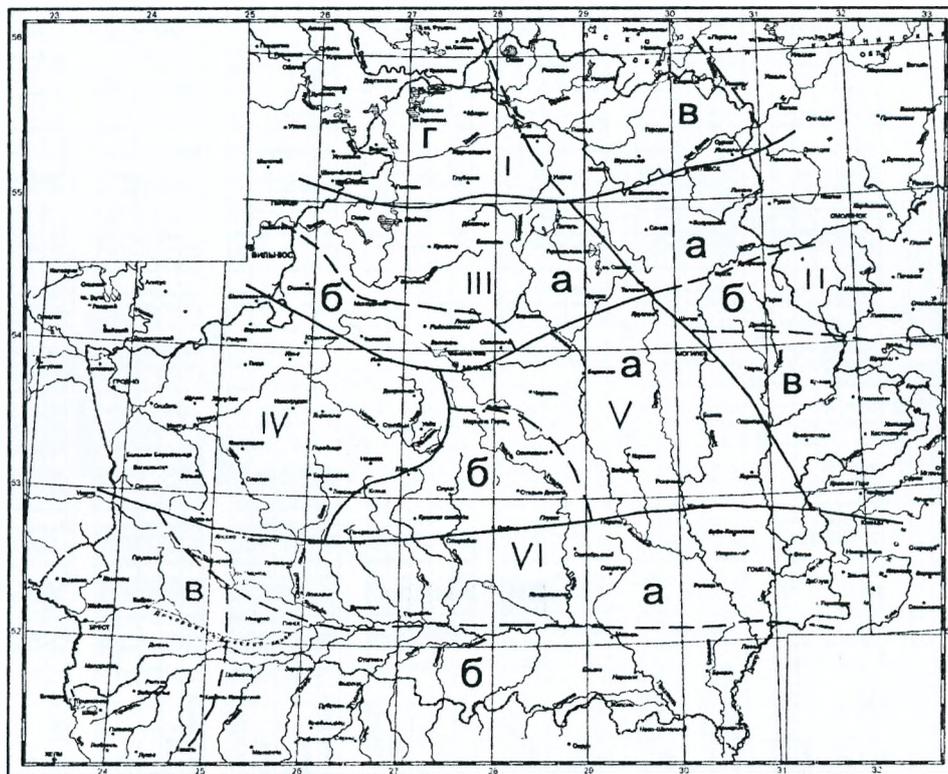


Рис. Е.1 Карта-схема гидрологических районов и подрайонов Беларуси

Типовые районные распределения месячного и сезонного стока рек (в процентах от годового)
по гидрологическим районам

Водность года	Месячный сток в процентах											
	весна			лето-осень						зима		
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I Западно-Двинский район												
подрайон в												
A=100 км ² , A _б <1%												
Очень многоводный	3,0	27,0	14,6	9,5	2,6	3,2	6,0	8,1	10,8	6,5	4,7	4,0
Многоводный	3,7	33,2	18,0	7,8	2,1	2,6	5,0	6,6	8,9	5,2	3,8	3,1
Средний	4,2	37,7	20,4	6,5	1,8	2,2	4,2	5,5	7,4	4,3	3,1	2,7
Маловодный	4,7	42,2	22,8	5,8	1,4	1,3	3,4	4,5	6,0	3,4	2,4	2,1
Очень маловодный	5,4	48,3	26,2	3,5	1,0	1,2	2,3	3,0	4,0	2,2	1,6	1,3
A=100 км ² , A _б =1...5%												
Очень многоводный	3,8	22,0	12,1	9,9	3,9	3,7	6,1	8,7	11,2	8,0	5,8	4,8
Многоводный	4,9	28,7	15,8	8,2	3,2	3,1	5,0	7,1	9,2	6,4	4,6	3,8
Средний	5,8	33,5	18,4	6,8	2,7	2,6	4,1	6,0	7,7	5,3	3,9	3,2
Маловодный	6,6	38,3	21,1	5,5	2,2	2,1	3,4	4,9	6,2	4,2	3,0	2,5
Очень маловодный	7,7	45,0	24,8	3,7	1,5	1,4	2,3	3,2	4,2	2,7	1,9	1,6
A=100 км ² , A _б =5...10%												
Очень многоводный	4,3	14,5	8,3	10,1	6,5	4,9	5,8	9,6	11,2	10,7	7,7	6,4
Многоводный	6,4	21,7	12,5	8,3	5,3	4,0	4,8	7,9	9,3	8,5	6,1	5,2
Средний	7,9	26,9	15,5	7,0	4,4	3,4	4,0	6,6	7,7	7,1	5,2	4,3
Маловодный	9,5	32,1	18,4	5,7	3,6	2,8	3,3	5,3	6,3	5,6	4,0	3,4
Очень маловодный	11,6	39,3	22,6	3,8	2,4	1,9	2,2	3,6	4,3	3,6	2,6	2,1
A=1000 км ² , A _б <1%												
Очень многоводный	3,5	31,0	16,7	8,1	2,2	2,8	5,2	6,9	9,3	6,2	4,4	3,7
Многоводный	3,8	34,2	18,5	7,4	2,1	2,5	4,7	6,3	8,5	5,2	3,7	3,1
Средний	4,1	36,7	19,8	6,9	1,9	2,3	4,4	5,8	7,8	4,4	3,2	2,7
Маловодный	4,4	39,1	21,2	6,3	1,7	2,1	4,0	5,4	7,2	3,7	2,7	2,2
Очень маловодный	4,8	43,2	23,3	5,3	1,5	1,8	3,4	4,5	6,0	2,7	1,9	1,6
A=1000 км ² , A _б =1...5%												
Очень многоводный	4,5	26,3	14,5	8,5	3,3	3,2	5,2	7,4	9,5	7,6	5,4	4,6
Многоводный	5,1	29,7	16,4	7,8	3,1	2,9	4,7	6,8	8,8	6,3	4,6	3,8
Средний	5,6	32,4	17,8	7,2	2,8	2,7	4,4	6,3	8,1	5,5	3,9	3,3
Маловодный	6,0	35,0	19,4	6,6	2,6	2,5	4,1	5,8	7,5	4,5	3,3	2,7
Очень маловодный	6,8	39,3	21,7	5,6	2,2	2,1	3,4	4,9	6,4	3,3	2,4	1,9
A=1000 км ² , A _б =5...10%												
Очень многоводный	5,6	19,1	11,0	8,6	5,5	4,2	4,9	8,2	9,5	10,1	7,2	6,1
Многоводный	6,8	22,9	13,1	7,9	5,0	3,8	4,6	7,5	8,8	8,4	6,1	5,1
Средний	7,6	25,8	14,8	7,3	4,7	3,6	4,2	7,0	8,1	7,3	5,2	4,4
Маловодный	8,5	28,7	16,4	6,8	4,3	3,3	3,9	6,5	7,6	6,0	4,3	3,7
Очень маловодный	9,8	33,3	19,1	5,8	3,7	2,8	3,4	5,5	6,5	4,3	3,1	2,7
A=5000 км ² , A _б <1%												
Очень многоводный	3,7	32,7	17,7	7,6	2,1	2,6	4,8	6,4	8,6	5,9	4,3	3,6
Многоводный	3,9	34,7	18,8	7,2	2,0	2,5	4,6	6,1	8,3	5,1	3,7	3,1
Средний	4,1	36,2	19,5	7,0	1,9	2,4	4,5	6,0	8,0	4,5	3,2	2,7
Маловодный	4,3	37,9	20,5	6,7	1,8	2,3	4,2	5,7	7,6	3,9	2,8	2,3
Очень маловодный	4,5	40,2	21,7	6,3	1,7	2,2	4,0	5,3	7,2	3,0	2,1	1,8
A=5000 км ² , A _б =1...5%												
Очень многоводный	4,9	28,1	15,5	7,9	3,1	3,0	4,8	6,9	8,9	7,3	5,2	4,4
Многоводный	5,2	30,3	16,7	7,6	3,0	2,9	4,6	6,6	8,5	6,3	4,5	3,8
Средний	5,5	31,8	17,6	7,4	2,9	2,7	4,5	6,5	8,3	5,5	4,0	3,3
Маловодный	5,8	33,7	18,6	7,0	2,8	2,6	4,3	6,2	7,9	4,8	3,4	2,9
Очень маловодный	6,2	36,1	20,0	6,7	2,6	2,5	4,1	5,8	7,5	3,7	2,6	2,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A=5000 км ² , A _{от} =5...10%												
Очень многоводный	6,2	21,1	12,2	8,0	5,1	3,9	4,6	7,6	8,8	9,7	7,0	5,8
Многоводный	6,9	23,4	13,5	7,7	4,9	3,8	4,5	7,4	8,5	8,3	6,0	5,1
Средний	7,4	25,2	14,5	7,5	4,8	3,7	4,3	7,2	8,3	7,4	5,3	4,4
Маловодный	8,1	27,2	15,6	7,2	4,6	3,5	4,1	6,9	8,0	6,4	4,6	3,8
Очень маловодный	8,8	29,8	17,1	6,9	4,4	3,4	4,0	6,6	7,7	4,9	3,5	2,9
подрайон г												
A=100 км ² , A _{от} <1%												
Очень многоводный	9,6	36,3	3,0	7,9	3,3	1,3	1,8	6,3	12,3	10,6	4,8	2,8
Многоводный	11,7	44,0	3,6	6,4	2,7	1,1	1,5	5,1	9,9	8,1	3,7	2,2
Средний	13,0	49,0	4,0	5,5	2,3	0,9	1,3	4,4	8,5	6,4	2,9	1,8
Маловодный	14,5	54,5	4,4	4,4	1,8	0,8	1,0	3,5	6,9	4,8	2,2	1,2
Очень маловодный	16,4	61,7	4,9	2,9	1,2	0,5	0,7	2,3	4,6	2,8	1,3	0,7
A=100 км ² , A _{от} =1...5%												
Очень многоводный	9,7	29,0	3,3	8,4	3,6	1,8	2,6	7,6	12,1	11,9	6,0	4,0
Многоводный	12,4	37,1	4,3	6,9	2,9	1,5	2,1	6,2	9,8	9,2	4,6	3,0
Средний	14,1	42,4	4,9	5,9	2,5	1,3	1,8	5,3	8,4	7,3	3,7	2,4
Маловодный	16,1	48,2	5,5	4,7	2,0	1,0	1,5	4,3	6,8	5,4	2,7	1,6
Очень маловодный	18,6	55,7	6,4	3,2	1,4	0,7	1,0	2,9	4,4	3,1	1,6	1,0
A=100 км ² , A _{от} =5...10%												
Очень многоводный	8,9	18,3	3,8	9,2	4,1	2,9	4,3	10,0	10,8	13,2	8,0	6,5
Многоводный	13,0	26,6	5,4	7,5	3,4	2,4	3,5	8,1	8,8	10,2	6,2	4,9
Средний	15,6	31,9	6,5	6,5	2,9	2,0	3,1	7,0	7,6	8,1	4,9	3,9
Маловодный	18,4	37,8	7,8	5,2	2,4	1,6	2,5	5,7	6,1	6,0	3,6	2,9
Очень маловодный	22,2	45,5	9,3	3,5	1,6	1,1	1,7	3,8	4,1	3,4	2,1	1,7
A=1000 км ² , A _{от} <1%												
Очень многоводный	10,1	38,3	3,1	7,5	3,1	1,3	1,7	6,1	11,7	9,9	4,5	2,7
Многоводный	11,8	44,4	3,5	6,3	2,6	1,1	1,5	5,1	9,8	8,1	3,7	2,1
Средний	12,9	48,7	4,0	5,5	2,3	0,9	1,3	4,4	8,5	6,7	3,0	1,8
Маловодный	14,1	53,1	4,3	4,7	1,9	0,8	1,1	3,7	7,2	5,3	2,4	1,4
Очень маловодный	15,7	59,1	4,8	3,4	1,4	0,6	0,8	2,8	5,3	3,5	1,6	1,0
A=1000 км ² , A _{от} =1...5%												
Очень многоводный	10,4	31,0	3,6	8,0	3,4	1,8	2,5	7,3	11,4	11,2	5,7	3,7
Многоводный	12,5	37,4	4,3	6,8	2,9	1,5	2,1	6,2	9,7	9,0	4,6	3,0
Средний	14,0	42,0	4,9	5,9	2,5	1,3	1,8	5,3	8,5	7,5	3,8	2,5
Маловодный	15,6	46,7	5,4	5,0	2,1	1,1	1,5	4,5	7,1	6,0	3,0	2,0
Очень маловодный	17,7	53,1	6,1	3,7	1,6	0,8	1,1	3,3	5,2	4,0	2,1	1,3
Очень многоводный	9,9	20,4	4,2	8,8	4,0	2,8	4,1	9,5	10,3	12,4	7,5	6,1
Многоводный	13,1	26,9	5,5	7,4	3,3	2,3	3,5	8,1	8,8	10,1	6,1	4,9
Средний	15,4	31,6	6,5	6,4	2,9	2,0	3,0	7,1	7,6	8,4	5,1	4,0
Маловодный	17,7	36,3	7,5	5,5	2,5	1,7	2,6	5,9	6,4	6,6	4,0	3,3
Очень маловодный	20,9	42,8	8,8	4,0	1,8	1,3	1,9	4,4	4,8	4,4	2,7	2,2
A=5000 км ² , A _{от} <1%												
Очень многоводный	10,4	39,1	3,1	7,4	3,1	1,3	1,7	5,9	11,5	9,6	4,4	2,5
Многоводный	11,8	44,3	3,6	6,4	2,6	1,1	1,5	5,1	9,8	8,0	3,6	2,2
Средний	12,8	48,1	3,9	5,6	2,3	0,9	1,3	4,6	8,7	6,8	3,1	1,9
Маловодный	13,9	52,3	4,2	4,8	2,0	0,8	1,1	3,9	7,4	5,6	2,5	1,5
Очень маловодный	15,3	57,8	4,7	3,7	1,5	0,6	0,9	2,9	5,7	4,0	1,8	1,1
A=5000 км ² , A _{от} =1...5%												
Очень многоводный	10,6	31,9	3,7	7,9	3,4	1,7	2,4	7,2	11,4	10,8	5,4	3,6
Многоводный	12,5	37,4	4,3	6,8	2,9	1,5	2,1	6,2	9,8	9,0	4,5	3,0
Средний	13,8	41,5	4,8	6,0	2,6	1,3	1,9	5,4	8,6	7,7	3,9	2,5
Маловодный	15,3	45,8	5,3	5,1	2,2	1,1	1,6	4,6	7,4	6,3	3,2	2,1
Очень маловодный	17,2	51,6	6,0	4,0	1,7	0,9	1,2	3,6	5,6	4,5	2,3	1,4
A=5000 км ² , A _{от} =5...10%												
Очень многоводный	10,4	21,3	4,3	8,6	3,9	2,7	4,1	9,4	10,2	12,0	7,3	5,8
Многоводный	13,1	26,9	5,5	7,5	3,4	2,4	3,5	8,0	8,8	10,0	6,1	4,8
Средний	15,1	31,0	6,4	6,6	3,0	2,1	3,1	7,1	7,7	8,6	5,2	4,1
Маловодный	17,3	35,5	7,2	5,6	2,5	1,8	2,7	6,1	6,7	7,0	4,2	3,4
Очень маловодный	20,2	41,4	8,4	4,4	2,0	1,4	2,0	4,7	5,1	5,0	3,0	2,4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
II Верхне-Днепровский район												
подрайон а												
A=50 км ²												
Очень многоводный	39,9	17,8	2,9	4,4	3,7	6,6	4,9	5,4	7,7	3,3	1,9	1,5
Многоводный	46,1	20,5	3,4	3,3	2,8	5,0	3,7	4,1	5,8	2,6	1,5	1,2
Средний	50,3	22,4	3,8	2,6	2,2	3,8	2,9	3,1	4,5	2,2	1,2	1,0
Маловодный	54,6	24,3	4,1	1,8	1,6	2,7	2,0	2,2	3,2	1,7	1,0	0,8
Очень маловодный	59,9	26,7	4,5	0,9	0,8	1,4	1,0	1,1	1,5	1,1	0,6	0,5
A=100 км ²												
Очень многоводный	14,7	40,7	2,8	3,6	2,8	7,0	4,9	6,1	9,8	4,1	2,1	1,4
Многоводный	17,1	47,5	3,2	2,8	2,2	5,3	3,7	4,6	7,4	3,4	1,7	1,1
Средний	18,8	52,1	3,6	2,2	1,7	4,2	2,9	3,6	5,7	2,8	1,4	1,0
Маловодный	20,4	56,6	3,9	1,6	1,2	3,1	2,1	2,6	4,3	2,3	1,2	0,7
Очень маловодный	22,6	62,7	4,3	0,8	0,6	1,6	1,1	1,4	2,2	1,5	0,7	0,5
A=1000 км ²												
Очень многоводный	2,7	39,7	12,1	5,7	2,4	3,3	9,4	6,0	9,5	4,4	2,6	2,2
Многоводный	3,2	46,6	14,1	4,5	1,8	2,6	7,4	4,7	7,5	3,7	2,2	1,7
Средний	3,8	52,7	13,9	7,7	2,8	2,4	2,1	2,9	5,2	3,3	1,7	1,5
Маловодный	6,0	58,9	12,3	3,7	2,6	2,1	2,0	3,1	3,9	2,1	1,8	1,5
Очень маловодный	6,7	65,4	13,6	2,2	1,6	1,3	1,2	1,9	2,3	1,5	1,2	1,1
A=5000 км ²												
Очень многоводный	2,6	37,7	11,4	6,0	2,5	3,5	9,8	6,2	10,0	5,0	2,9	2,4
Многоводный	3,1	44,6	13,5	4,7	2,0	2,7	7,8	5,0	7,9	4,2	2,5	2,0
Средний	3,7	50,7	13,4	8,2	3,0	2,5	2,3	3,2	5,5	3,8	2,0	1,7
Маловодный	4,0	56,0	14,8	4,0	2,8	2,3	2,2	3,3	4,3	2,5	2,0	1,8
Очень маловодный	6,5	63,8	13,3	2,5	1,8	1,4	1,4	2,1	2,6	1,8	1,5	1,3
Очень многоводный	46,3	20,6	3,4	3,1	2,6	4,7	3,5	3,9	5,6	3,1	1,8	1,4
Многоводный	47,5	21,2	3,5	2,8	2,4	4,2	3,1	3,5	5,0	3,4	1,9	1,5
Средний	48,4	21,5	3,6	2,6	2,2	3,9	2,8	3,2	4,5	3,6	2,1	1,6
Маловодный	49,5	22,0	3,7	2,3	1,9	3,5	2,6	2,8	4,1	3,8	2,1	1,7
Очень маловодный	51,3	22,8	3,8	1,8	1,6	2,8	2,1	2,3	3,2	4,1	2,3	1,9
A=100 км ²												
Очень многоводный	17,2	47,7	3,2	2,6	2,1	5,1	3,6	4,4	7,1	3,8	1,9	1,3
Многоводный	17,7	49,1	3,3	2,4	1,9	4,6	3,2	4,0	6,3	4,1	2,1	1,3
Средний	18,0	50,1	3,5	2,2	1,7	4,2	2,9	3,6	5,8	4,4	2,2	1,4
Маловодный	18,5	51,3	3,5	1,9	1,5	3,8	2,6	3,2	5,3	4,6	2,3	1,5
Очень маловодный	19,2	53,3	3,7	1,6	1,2	3,1	2,1	2,6	4,3	4,8	2,5	1,6
A=1000 км ²												
Очень многоводный	13,1	46,6	4,9	3,3	2,5	5,3	4,6	4,5	6,7	4,4	2,4	1,7
Многоводный	13,4	48,0	5,1	3,0	2,3	4,8	4,2	4,1	6,2	4,6	2,5	1,8
Средний	11,9	51,2	5,1	2,8	3,7	4,4	2,4	3,7	5,7	4,7	2,5	1,9
Маловодный	16,9	47,3	5,6	3,8	2,6	2,2	1,9	3,4	6,7	4,1	2,9	2,6
Очень маловодный	17,5	49,0	5,9	3,3	2,2	1,9	1,6	2,9	5,7	4,2	3,1	2,7
A=5000 км ²												
Очень многоводный	12,6	44,9	4,7	3,5	2,7	5,6	4,9	4,7	7,1	4,8	2,6	1,9
Многоводный	12,9	46,2	4,9	3,2	2,5	5,1	4,5	4,4	6,5	5,0	2,7	2,1
Средний	11,4	49,1	4,9	3,0	4,0	4,7	2,6	4,0	6,2	5,2	2,8	2,1
Маловодный	16,2	45,4	5,5	4,2	2,9	2,4	2,0	3,7	7,3	4,4	3,2	2,8
Очень маловодный	16,7	46,9	5,6	3,6	2,5	2,1	1,8	3,2	6,3	4,8	3,5	3,0
подрайон в												
A=50 км ²												
Очень многоводный	44,8	20,0	3,3	2,7	2,3	4,1	3,1	3,4	4,9	5,7	3,2	2,5
Многоводный	47,0	20,9	3,5	2,6	2,1	3,8	2,9	3,1	4,5	4,8	2,7	2,1
Средний	49,0	21,8	3,6	2,3	1,9	3,5	2,6	2,8	4,1	4,2	2,4	1,8
Маловодный	50,7	22,6	3,7	2,2	1,8	3,3	2,4	2,6	3,8	3,4	2,0	1,5
Очень маловодный	53,9	24,0	4,0	1,8	1,5	2,6	2,0	2,1	3,1	2,5	1,4	1,1
A=100 км ²												
Очень многоводный	12,1	47,6	6,4	5,4	1,9	2,2	3,0	3,8	5,7	6,0	3,7	2,2
Многоводный	12,7	50,1	6,8	4,9	1,7	2,0	2,8	3,5	5,3	5,1	3,2	1,9
Средний	13,2	52,0	7,0	4,6	1,6	1,9	2,6	3,3	4,9	4,4	2,8	1,7
Маловодный	13,7	54,1	7,3	4,2	1,5	1,7	2,4	3,0	4,5	3,8	2,4	1,4
Очень маловодный	14,6	57,4	7,7	3,6	1,3	1,5	2,0	2,5	3,8	2,8	1,8	1,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A=1000 км ²												
Очень многоводный	3,7	49,0	10,3	1,6	2,0	3,5	6,1	4,1	6,9	7,3	3,3	2,2
Многоводный	3,9	51,4	10,9	1,5	1,9	3,3	5,7	3,8	6,4	6,4	2,9	1,9
Средний	15,4	45,3	7,8	3,5	2,7	2,4	2,0	3,9	7,0	4,5	3,1	2,4
Маловодный	18,2	46,6	6,3	4,6	2,7	1,9	2,2	3,7	5,0	3,9	2,6	2,3
Очень маловодный	19,2	49,1	6,7	4,2	2,4	1,8	1,9	3,3	4,5	3,0	2,1	1,8
A=5000 км ²												
Очень многоводный	3,5	46,7	9,9	1,8	2,2	3,8	6,6	4,4	7,4	7,9	3,5	2,3
Многоводный	3,7	49,1	10,4	1,7	2,1	3,6	6,2	4,1	7,0	6,9	3,1	2,1
Средний	14,8	43,5	7,4	3,9	2,9	2,6	2,2	4,3	7,6	4,9	3,3	2,6
Маловодный	17,5	44,9	6,1	5,1	2,9	2,1	2,4	3,9	5,5	4,2	2,9	2,5
Очень маловодный	18,6	47,6	6,5	4,5	2,6	1,9	2,1	3,6	4,9	3,4	2,3	2,0
III Вилейский район												
подрайон а												
A=100 км ²												
Очень многоводный	23,8	7,5	3,9	6,1	4,0	4,9	8,9	6,8	11,5	10,5	7,1	5,0
Многоводный	29,0	9,1	4,7	5,6	3,7	4,5	8,2	6,2	10,5	8,6	5,8	4,1
Средний	32,6	10,2	5,4	5,2	3,4	4,2	7,8	5,8	9,8	7,3	4,9	3,4
Маловодный	37,0	11,6	6,0	4,8	3,1	3,8	7,0	5,3	8,8	5,9	3,9	2,8
Очень маловодный	43,6	13,7	7,1	4,0	2,6	3,2	5,8	4,4	7,3	3,9	2,6	1,8
A=1000 км ²												
Очень многоводный	4,0	24,1	8,2	3,0	4,2	10,1	5,6	7,2	12,2	9,1	6,6	5,7
Многоводный	4,7	28,4	9,7	2,8	3,9	9,2	5,1	6,6	11,2	7,9	5,6	4,9
Средний	14,8	23,8	9,0	8,3	4,2	4,8	5,6	6,1	7,1	6,5	5,3	4,5
Маловодный	16,3	26,2	10,0	7,3	5,6	5,0	4,3	5,0	6,2	5,5	4,7	3,9
Очень маловодный	16,9	29,6	13,0	6,5	5,0	4,4	3,8	4,4	5,4	4,3	3,7	3,0
A=5000 км ²												
Очень многоводный	4,3	26,3	8,4	3,1	4,0	9,9	5,9	7,0	10,7	9,4	6,0	5,0
Многоводный	4,8	29,2	9,3	3,0	3,8	9,4	5,6	6,6	10,1	8,4	5,4	4,4
Средний	14,9	23,9	7,7	7,5	4,0	4,4	5,2	6,3	9,6	6,9	5,2	4,4
Маловодный	16,1	25,9	8,3	7,6	5,7	5,1	4,6	5,1	6,6	6,5	4,6	3,9
Очень маловодный	16,9	26,5	11,8	7,1	5,3	4,7	4,3	4,8	6,0	5,5	3,9	3,2
подрайон б												
A=100 км ²												
Очень многоводный	18,4	10,0	6,2	9,4	6,7	4,7	5,5	6,5	8,8	9,4	7,9	6,5
Многоводный	20,3	11,0	6,9	9,2	6,5	4,6	5,4	6,4	8,5	8,3	7,1	5,8
Средний	21,6	11,7	7,3	9,0	6,4	4,6	5,3	6,3	8,4	7,6	6,5	5,3
Маловодный	23,2	12,6	7,8	8,8	6,2	4,4	5,2	6,1	8,3	6,8	5,8	4,8
Очень маловодный	25,7	14,0	8,7	8,4	5,9	4,2	4,9	5,8	7,8	5,7	4,9	4,0
A=500 км ²												
Очень многоводный	21,0	10,2	4,0	6,3	4,6	5,3	8,6	7,2	9,6	10,1	5,9	7,2
Многоводный	22,8	11,0	4,4	6,2	4,5	5,1	8,4	7,0	9,4	9,2	5,4	6,6
Средний	24,2	11,7	4,7	6,1	4,4	5,0	8,2	6,9	9,2	8,5	5,0	6,1
Маловодный	25,7	12,4	4,9	5,9	4,3	4,9	8,0	6,7	9,0	7,9	4,6	5,7
Очень маловодный	27,8	13,5	5,3	5,7	4,2	4,7	7,8	6,5	8,7	6,9	4,0	4,9
A=1000 км ²												
Очень многоводный	20,7	10,0	3,9	6,5	4,7	5,4	8,8	7,4	9,8	9,9	5,8	7,1
Многоводный	22,8	11,0	4,4	6,2	4,5	5,1	8,5	7,1	9,4	9,1	5,3	6,6
Средний	24,2	11,7	4,7	6,0	4,4	5,0	8,2	6,9	9,1	8,6	5,0	6,2
Маловодный	25,7	12,4	4,9	5,8	4,3	4,9	8,0	6,7	8,9	8,0	4,7	5,7
Очень маловодный	27,8	13,5	5,3	5,6	4,1	4,7	7,7	6,4	8,5	7,1	4,2	5,1
IV Неманский район												
A=100 км ²												
Очень многоводный	23,4	7,4	4,2	8,7	4,9	6,1	3,7	8,4	12,8	11,0	5,5	3,9
Многоводный	27,5	8,7	5,0	7,5	4,2	5,3	3,2	7,3	11,0	10,9	5,5	3,9
Средний	30,5	9,7	5,5	6,6	3,8	4,7	2,8	6,5	9,8	10,8	5,4	3,9
Маловодный	34,3	10,8	6,2	5,7	3,2	4,0	2,4	5,5	8,4	10,5	5,2	3,8
Очень маловодный	39,5	12,5	7,1	4,3	2,4	3,0	1,8	4,2	6,3	10,2	5,1	3,6
A=1000 км ²												
Очень многоводный	9,9	23,6	4,3	9,3	4,2	5,2	3,8	7,7	12,5	9,7	5,6	4,2
Многоводный	10,9	26,1	4,8	8,3	3,8	4,6	3,4	6,9	11,2	9,9	5,8	4,3
Средний	14,5	25,1	5,5	7,7	4,4	5,3	3,9	5,2	8,4	9,3	6,0	4,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Маловодный	15,4	26,6	5,9	6,9	3,9	4,8	3,5	4,6	7,6	9,3	6,4	5,1
Очень маловодный	17,4	25,2	10,4	5,3	3,6	4,1	3,2	4,1	6,0	9,2	6,4	5,1
A=5000 км ²												
Очень многоводный	10,0	24,0	4,4	9,0	4,1	5,0	3,7	7,5	12,1	10,0	5,9	4,3
Многоводный	10,9	26,1	4,8	8,2	3,7	4,6	3,4	6,8	11,1	10,1	5,9	4,4
Средний	14,4	24,8	5,4	7,8	4,4	5,4	4,0	5,2	8,5	9,3	6,0	4,8
Маловодный	15,3	26,4	5,7	7,2	4,0	4,9	3,7	4,8	7,8	9,0	6,2	5,0
Очень маловодный	17,0	24,7	10,1	5,7	3,9	4,4	3,5	4,4	6,5	8,8	6,1	4,9
V Центрально-Березинский район												
подрайон а												
A=50 км ²												
Очень многоводный	12,6	36,2	5,3	10,3	2,0	3,0	5,1	5,7	9,6	5,5	3,4	1,3
Многоводный	13,2	37,9	5,5	8,8	1,7	2,6	4,4	4,9	8,3	6,8	4,3	1,6
Средний	13,6	39,1	5,7	7,8	1,5	2,3	3,8	4,3	7,3	7,8	5,0	1,8
Маловодный	14,2	40,8	5,9	6,5	1,2	2,0	3,2	3,6	6,1	8,9	5,6	2,0
Очень маловодный	15,2	43,7	6,3	4,7	0,9	1,4	2,3	2,6	4,3	10,0	6,3	2,3
A=100 км ²												
Очень многоводный	11,7	35,7	4,4	8,6	3,8	3,0	5,4	5,9	10,2	2,7	3,7	4,9
Многоводный	12,1	36,9	4,6	7,7	3,4	2,6	4,8	5,2	9,2	3,2	4,4	5,9
Средний	31,3	15,7	8,0	3,1	6,4	4,4	2,6	5,2	7,7	7,0	4,0	4,6
Маловодный	16,9	32,0	7,9	4,9	3,2	2,5	2,8	4,6	7,7	7,9	4,4	5,2
Очень маловодный	17,8	33,8	8,4	3,9	2,5	2,0	2,2	3,6	6,0	8,5	5,4	5,9
Очень многоводный	13,3	30,4	5,4	3,8	4,9	4,3	8,1	7,2	9,7	6,2	3,8	2,9
Многоводный	13,8	31,6	5,6	3,4	4,4	3,8	7,2	6,5	8,8	7,1	4,4	3,4
Средний	14,4	30,9	7,2	3,6	6,3	4,2	5,1	5,1	7,2	6,7	4,9	4,4
Маловодный	16,9	28,3	9,2	3,9	4,2	4,6	5,1	4,8	5,8	7,2	5,3	4,7
Очень маловодный	17,7	29,5	9,6	3,3	3,5	3,9	4,3	4,1	4,9	7,3	6,2	5,7
A=5000 км ²												
Очень многоводный	12,6	28,7	5,1	3,9	5,1	4,4	8,2	7,4	10,0	7,0	4,3	3,3
Многоводный	13,0	29,7	5,3	3,6	4,7	4,0	7,6	6,8	9,2	7,7	4,8	3,6
Средний	13,6	29,2	6,7	3,9	6,8	4,6	5,5	5,4	7,6	7,0	5,1	4,6
Маловодный	15,9	26,5	8,6	4,3	4,6	5,1	5,6	5,4	6,4	6,7	5,7	5,2
Очень маловодный	16,5	27,6	9,0	3,8	4,1	4,4	4,9	4,7	5,7	7,3	6,3	5,7
подрайон б												
A=50 км ²												
Очень многоводный	12,6	36,2	5,6	13,0	0,9	1,4	3,7	4,6	8,5	7,2	4,7	1,6
Многоводный	13,9	40,0	6,2	10,6	0,7	1,1	3,0	3,7	6,9	7,4	4,8	1,7
Средний	15,1	43,2	6,7	8,6	0,6	0,9	2,4	3,0	5,6	7,4	4,8	1,7
Маловодный	16,3	46,8	7,3	6,4	0,4	0,7	1,8	2,2	4,3	7,3	4,8	1,7
Очень маловодный	18,4	52,9	8,2	3,5	0,2	0,4	1,0	1,2	2,2	6,4	4,2	1,4
A=100 км ²												
Очень многоводный	13,6	33,4	6,6	3,9	1,9	2,7	8,0	5,8	10,7	8,0	3,2	2,2
Многоводный	15,0	36,8	7,2	3,2	1,6	2,2	6,5	4,8	8,7	8,3	3,4	2,3
Средний	33,2	20,1	10,0	5,5	2,5	1,7	1,6	3,7	7,4	7,8	3,7	2,8
Маловодный	20,2	40,8	7,8	4,1	1,9	1,7	2,6	2,6	4,5	6,1	4,3	3,4
Очень маловодный	22,4	45,4	8,8	2,4	1,1	1,0	1,5	1,5	2,6	5,9	4,2	3,2
A=1000 км ²												
Очень многоводный	12,6	31,0	6,2	4,1	2,1	2,8	8,5	6,2	11,4	9,0	3,6	2,5
Многоводный	14,1	34,5	6,8	3,5	1,7	2,4	7,1	5,2	9,5	9,1	3,6	2,5
Средний	31,3	19,0	9,3	6,1	2,8	1,9	1,8	4,2	8,2	8,4	4,0	3,0
Маловодный	18,7	37,9	7,3	4,8	2,3	2,0	3,0	3,0	5,3	6,9	4,9	3,9
Очень маловодный	20,9	42,4	8,2	3,2	1,6	1,3	2,1	2,1	3,6	6,4	4,6	3,6
A=5000 км ²												
Очень многоводный	4,9	28,5	14,4	5,6	4,2	3,3	8,8	5,9	9,4	6,7	4,9	3,4
Многоводный	5,4	31,5	15,9	4,7	3,5	2,8	7,5	5,1	8,0	7,0	5,1	3,5
Средний	15,8	30,6	10,0	6,3	4,0	3,2	2,8	4,7	6,5	7,9	4,7	3,5
Маловодный	17,0	33,0	10,8	5,5	3,3	2,7	2,4	3,4	5,8	7,3	4,8	4,0
Очень маловодный	22,4	33,1	11,7	4,0	2,5	2,0	1,7	2,5	4,3	7,1	4,7	4,0
VI Припятский район												
подрайон а												
A=50 км ²												
Очень многоводный	42,6	10,4	3,7	2,5	1,8	5,5	6,9	4,8	6,9	4,8	2,2	7,9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Многоводный	47,8	11,7	4,2	2,0	1,4	4,4	5,6	3,9	5,5	4,3	2,0	7,2
Средний	40,9	19,8	8,9	3,8	2,2	1,6	1,9	3,2	5,1	5,5	3,2	3,9
Маловодный	44,6	24,2	7,5	3,0	1,7	1,2	1,5	2,1	3,5	5,9	2,8	2,0
Очень маловодный	50,6	27,5	8,6	1,4	0,8	0,6	0,7	1,0	1,6	4,0	1,9	1,3
A=100 км ²												
Очень многоводный	42,4	10,4	3,6	2,5	1,8	5,5	6,8	4,8	6,8	4,9	2,3	8,2
Многоводный	47,6	11,7	4,1	2,0	1,4	4,4	5,6	3,9	5,5	4,4	2,1	7,3
Средний	40,7	19,8	8,8	3,9	2,3	1,7	2,0	3,2	5,3	5,4	3,1	3,8
Маловодный	44,3	24,1	7,5	3,2	1,8	1,3	1,5	2,2	3,7	5,7	2,7	2,0
Очень маловодный	50,2	27,3	8,5	1,6	0,9	0,7	0,8	1,1	1,8	3,9	1,9	1,3
A=1000 км ²												
Очень многоводный	17,1	29,8	9,1	7,3	5,1	2,8	1,8	4,3	6,9	8,1	4,8	2,9
Многоводный	19,3	33,6	10,1	6,0	4,2	2,3	1,4	3,6	5,7	7,1	4,2	2,5
Средний	20,9	36,3	11,0	5,0	3,5	1,9	1,2	3,0	4,7	6,4	3,8	2,3
Маловодный	22,6	39,3	11,9	3,9	2,8	1,5	0,9	2,3	3,8	5,6	3,4	2,0
Очень маловодный	25,5	44,3	13,4	2,4	1,7	0,8	0,6	1,4	2,2	4,0	2,4	1,3
A=5000 км ²												
Очень многоводный	17,3	30,0	9,1	7,1	5,0	2,7	1,7	4,3	6,8	8,2	4,9	2,9
Многоводный	19,2	33,4	10,1	6,0	4,2	2,3	1,4	3,6	5,7	7,2	4,3	2,6
Средний	20,7	36,0	10,8	5,2	3,6	2,0	1,2	3,1	4,9	6,4	3,8	2,3
Маловодный	22,4	39,0	11,7	4,2	3,0	1,6	1,0	2,5	4,0	5,4	3,2	2,0
Очень маловодный	24,7	43,1	13,0	2,9	2,1	1,1	0,7	1,7	2,8	4,1	2,4	1,4
подрайон б												
A=100 км ²												
Очень многоводный	27,5	14,8	6,0	13,3	4,4	2,3	0,7	3,6	10,9	8,6	5,5	2,4
Многоводный	31,0	16,6	6,8	11,3	3,7	1,9	0,7	3,0	9,2	8,3	5,3	2,2
Средний	36,7	17,2	5,8	6,1	3,0	2,2	2,0	4,3	7,4	9,4	3,7	2,2
Маловодный	22,2	37,4	6,2	7,2	2,3	1,7	1,4	2,3	5,0	3,6	6,4	4,3
Очень маловодный	26,0	43,9	7,3	4,2	1,4	1,0	0,8	1,4	2,8	2,8	5,0	3,4
A=1000 км ²												
Очень многоводный	4,0	32,8	11,1	12,2	5,4	3,5	1,3	4,1	8,4	8,9	5,6	2,7
Многоводный	4,5	36,9	12,6	10,5	4,7	3,0	1,1	3,6	7,2	8,2	5,2	2,5
Средний	35,9	14,9	8,0	5,8	3,5	2,5	1,6	3,6	9,1	9,5	3,4	2,2
Маловодный	38,0	19,0	7,5	6,1	2,7	1,9	1,6	2,8	6,8	7,3	4,0	2,3
Очень маловодный	43,4	21,7	8,6	4,1	1,8	1,3	1,1	1,9	4,6	6,1	3,4	2,0
A=5000 км ²												
Очень многоводный	3,9	32,4	11,1	12,3	5,5	3,6	1,2	4,2	8,4	9,0	5,6	2,8
Многоводный	4,4	36,7	12,5	10,5	4,7	3,0	1,1	3,6	7,2	8,4	5,3	2,6
Средний	35,7	14,8	7,9	5,9	3,6	2,5	1,6	3,6	9,2	9,6	3,4	2,2
Маловодный	37,7	18,9	7,5	6,2	2,8	2,0	1,6	2,9	6,9	7,2	4,0	2,3
Очень маловодный	42,6	21,4	8,4	4,5	2,0	1,4	1,2	2,1	5,0	6,1	3,3	2,0
подрайон в												
A=100 км ²												
Очень многоводный	22,6	9,2	3,9	10,7	6,3	3,7	1,6	6,6	12,6	13,8	5,7	3,3
Многоводный	27,4	11,1	4,7	8,5	5,1	3,0	1,3	5,2	10,1	14,3	5,9	3,4
Средний	31,1	12,7	5,3	7,0	4,1	2,4	1,1	4,3	8,2	14,4	6,0	3,4
Маловодный	35,5	14,4	6,1	5,4	3,2	1,9	0,8	3,3	6,4	14,0	5,7	3,3
Очень маловодный	42,0	17,1	7,1	3,1	1,9	1,1	0,5	1,9	3,7	13,1	5,4	3,1
A=1000 км ²												
Очень многоводный	20,4	10,2	5,1	9,3	5,7	4,5	2,8	6,2	12,1	12,4	6,5	4,8
Многоводный	24,7	12,4	6,1	7,6	4,6	3,7	2,3	5,0	10,0	12,3	6,5	4,8
Средний	27,7	13,9	6,9	6,4	3,9	3,1	1,9	4,3	8,5	12,2	6,4	4,8
Маловодный	31,5	15,7	7,8	5,2	3,2	2,5	1,6	3,4	6,7	11,7	6,1	4,6
Очень маловодный	36,7	18,3	9,1	3,5	2,1	1,7	1,0	2,3	4,6	10,8	5,7	4,2
A=5000 км ²												
Очень многоводный	20,4	10,2	5,1	9,2	5,6	4,5	2,8	6,1	12,1	12,6	6,6	4,8
Многоводный	24,7	12,4	6,1	7,7	4,7	3,7	2,3	5,1	10,1	12,1	6,4	4,7
Средний	27,5	13,7	6,8	6,6	4,0	3,2	2,0	4,3	8,6	12,2	6,4	4,7
Маловодный	30,8	15,4	7,7	5,5	3,3	2,6	1,6	3,6	7,2	11,7	6,1	4,5
Очень маловодный	35,4	17,7	8,8	3,8	2,4	1,8	1,2	2,6	5,0	11,1	5,8	4,4

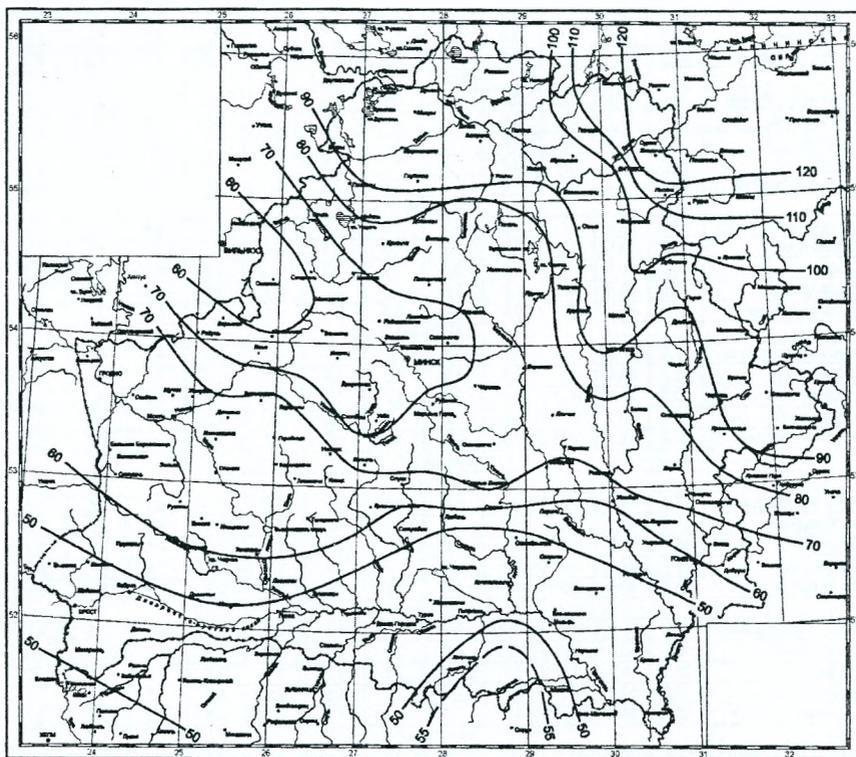


Рис. И.1 Карта среднегогодового слоя стока весеннего половодья, мм

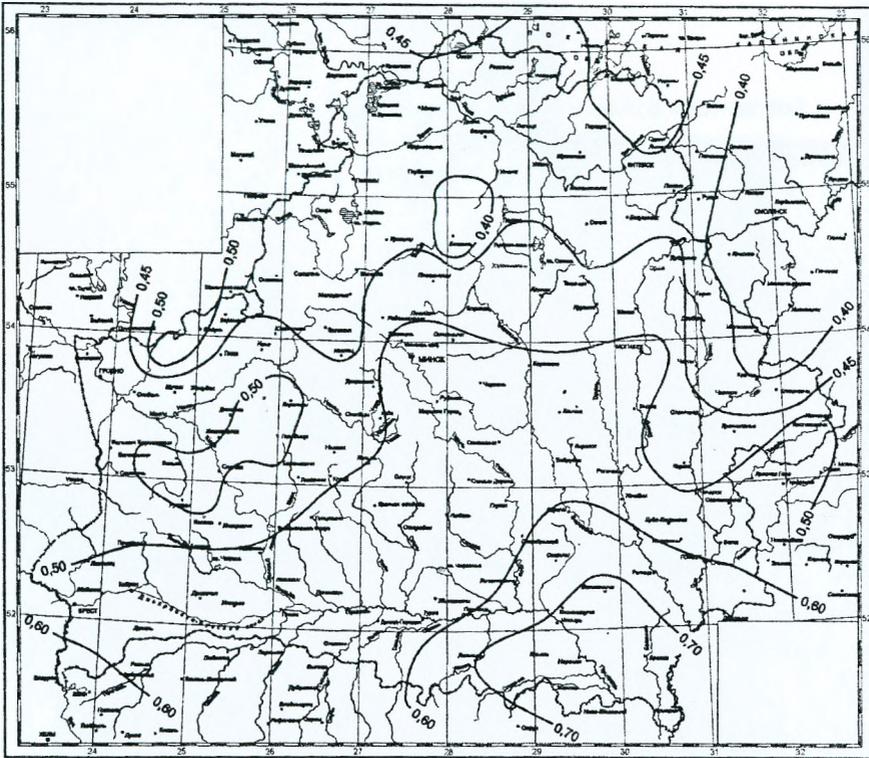


Рис. К.1 Карта коэффициентов вариации слоя стока весеннего половодья, мм

Учебное издание

Александр Александрович
Стефаненко Юрий Васильевич
Волчек Анастасия Александровна

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению *практических* заданий и курсовой работы по курсу "Инженерная гидрология и регулирование стока» для студентов специальностей: 74 05 01-«Мелиорация и водное хозяйство» и 70 04 03- «Водоснабжение, водоотведение, очистка природных и сточных вод» дневной формы обучения

Ответственный за выпуск: Волчек А.А.

Редактор: Строкач Т.В.

Компьютерная верстка: Кармаш Е.Л.

Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано к печати 27.08. 2008. Формат 60x84 1/16. Бумага «Снегурочка». Усл. п. л. 4,25.
Уч. изд. 3,95. Тираж 100 экз. Заказ №760. Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный технический университет».
224017, Брест, ул. Московская, 267