

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Водоснабжение и водоотведение»

Э. И. Михневич

РАСЧЕТ ВОДОХРАНИЛИЩА СЕЗОННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Пособие для студентов специальности
1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение
и охрана водных ресурсов»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области строительства и архитектуры*

Минск
БНТУ
2021

УДК 627.81:378.148.091.313(075.8)

ББК 38.77я7

М69

Р е ц е н з е н т ы:

зав. кафедрой энергетики БГАТУ, канд. техн. наук,

доцент *В. А. Коротинский*;

начальник отдела мониторинга и государственного водного кадастра

Центрального НИИ комплексного использования водных ресурсов

В. Н. Корнеев

Михневич, Э. И.

М69 Расчет водохранилища сезонного регулирования : пособие для студентов специальности 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов» / Э. И. Михневич. – Минск : БНТУ, 2021. – 55 с.

ISBN 978-985-583-623-1.

Пособие разработано для выполнения курсовой работы в рамках курса «Гидрология».

Освещаются вопросы гидрологических и водохозяйственных расчетов по регулированию речного стока. Излагаются методики расчета и построения гидрографа, эмпирической и аналитической кривых обеспеченности годового стока реки, определения суммарных потребностей в воде и притока воды, построения морфометрических характеристик водохранилища. Приводится методика расчета полезного, мертвого и полного объемов водохранилища сезонного регулирования, построения графика его работы, определения основных характеристик.

Приводится нормативная и учебная литература, необходимая для выполнения курсовой работы.

УДК 627.81:378.148.091.313(075.8)

ББК 38.77я7

ISBN 978-985-583-623-1

© Михневич Э. И., 2021

© Белорусский национальный
технический университет, 2021

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Данное пособие рекомендуется для выполнения курсовой работы «Расчет водохранилища сезонного регулирования» по предмету «Гидрология» для студентов специальности 1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение и охрана водных ресурсов».

Выполнение курсовой работы позволит получить практические знания в области гидрологии и регулирования стока и приобрести навыки проведения гидрологических и водохозяйственных расчетов с использованием современных расчетных методов.

Гидрологические и водохозяйственные расчеты служат обоснованием для проведения мероприятий по обеспечению водоснабжения потребителей и рациональному использованию водных ресурсов. При выполнении этих расчетов должны быть установлены необходимость регулирования стока реки, его основные показатели и параметры водохранилища, обеспечивающие расчетную водоотдачу.

Отчетные материалы по работе состоят из пояснительной записки объемом 25–30 страниц машинописного текста и графического материала.

Курсовая работа должна содержать следующие графики и рисунки:

- многолетний гидрограф годового стока;
- эмпирическую и аналитическую кривые обеспеченности;
- гидрографы притока и потребления;
- кривые объемов и площадей водохранилища;
- график работы водохранилища при регулировании стока.

Пояснительная записка должна содержать введение, заключение и следующие разделы:

1. Построение многолетнего гидрографа расходов воды для календарного и статистического рядов. Расчет и построение эмпирической и аналитической кривых обеспеченности (кривых распределения ежегодных вероятностей превышения) годового стока реки.

2. Определение суммарных потребностей в воде и притока воды.

2.1. Определение потребностей в воде, построение гидрографа водопотребления.

2.2. Расчет среднемесячных расходов воды, построение гидрографа притока.

3. Расчет сезонного регулирования стока без учета потерь воды.

3.1. Расчет и построение морфометрических кривых водохранилища.

3.2. Расчет полезного объема водохранилища таблично-цифровым способом без учета потерь воды.

3.3. Расчет заиления и мертвого объема водохранилища.

4. Расчет сезонного регулирования стока с учетом потерь воды.

4.1. Расчет потерь воды из водохранилища.

4.2. Расчет водохранилища с учетом потерь воды и построение графика его работы.

4.3. Определение сопряженных характеристик водохранилища и показателей регулирования стока.

Исходные данные приведены в прил. 1–4.

1. ПОСТРОЕНИЕ МНОГОЛЕТНЕГО ГИДРОГРАФА, ЭМПИРИЧЕСКОЙ И АНАЛИТИЧЕСКОЙ КРИВЫХ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ГОДОВОГО СТОКА РЕКИ

1.1. Формирование статистического ряда. Построение многолетнего гидрографа годового стока

Из прил. 1 заносят в графы 2 и 3 табл. 1.1 данные о средних значениях расходов воды за каждый календарный год. Формируют статистический ряд, размещая в графе 4 значения годовых расходов воды (из графы 3) в убывающем порядке от наибольшего к наименьшему (далее графа – гр.). Для наглядности строят ступенчатый многолетний гидрограф расходов воды для календарного и статистического рядов, по оси абсцисс откладывают годы, а по оси ординат – расходы (рис. 1.1).

Таблица 1.1

Расчет координат эмпирической кривой обеспеченности годового стока реки и исходных данных для определения статистик λ

№ п/п	Календарный ряд		Убывающий ряд				
	год	$Q_{\text{год}i}$, м ³ /с	$Q_{\text{год}i}$, м ³ /с	$p = [m / (n + 1)] \cdot 100 \%$	$K_i = Q_{\text{год}i} / \bar{Q}_{\text{год}}$	$\lg K_i$	$K_i \lg K_i$
1	2	3	4	5	6	7	8
1							
2							
3							
...							
<i>n</i>							
			$\sum_1^n Q_{\text{год}i} =$		$\sum_1^n K_i =$	$\sum_1^n \lg K_i =$	$\sum_1^n K_i \lg K_i =$

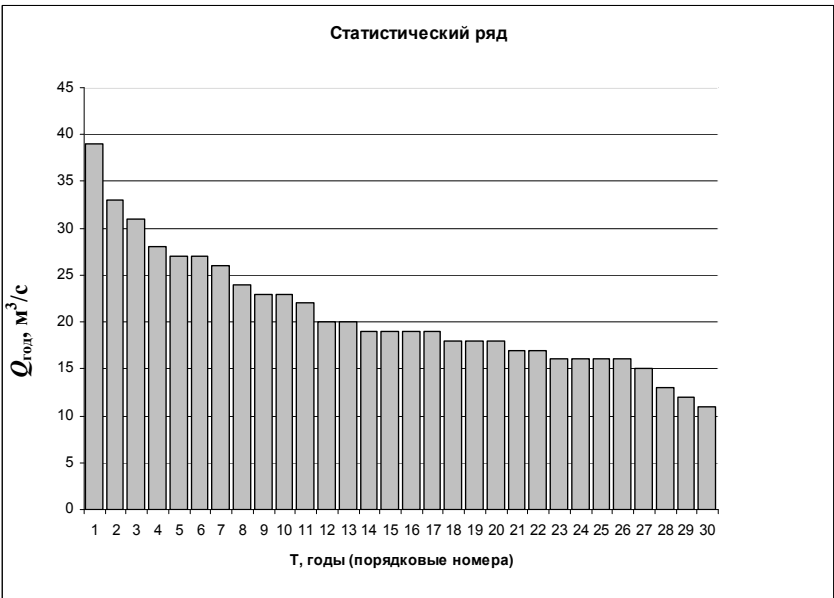
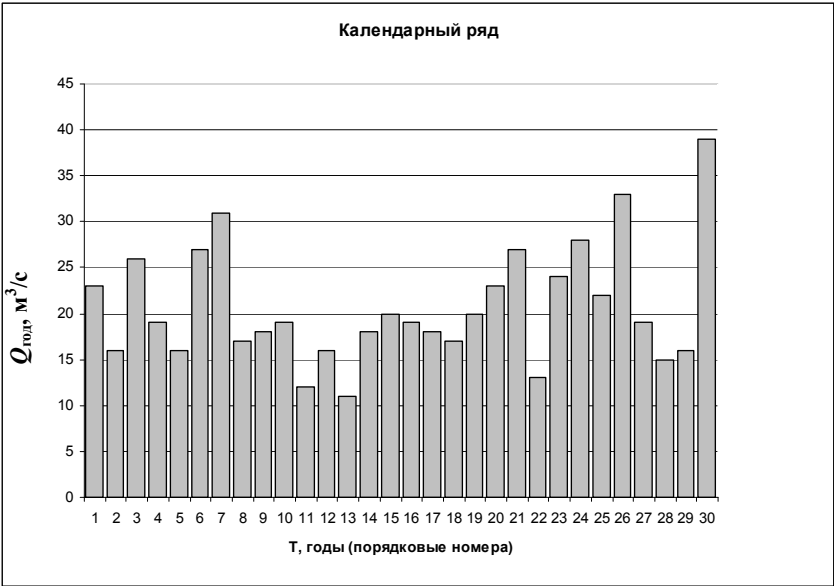


Рис. 1.1. Многолетний гидрограф годового стока реки

1.2. Определение среднемноголетнего расхода воды и модульных коэффициентов

Находят сумму значений расходов всех n членов убывающего ряда $\sum_1^n Q_{\text{год}i}$ и записывают ее внизу гр. 4 (см. табл. 1.1).

Определяют первый параметр данного ряда – его среднее значение за многолетний период:

$$\bar{Q}_{\text{год}} = \sum_1^n \frac{Q_{\text{год}i}}{n}. \quad (1.1)$$

Выражают значения всех параметров убывающего ряда в модульных коэффициентах (в долях среднего значения) K_i и записывают в гр. 6:

$$K_i = Q_{\text{год}i} / \bar{Q}_{\text{год}}. \quad (1.2)$$

Для контроля вычислений находят сумму значений $\sum_1^n K_i$, которая должна быть равна общему числу n членов ряда.

1.3. Построение эмпирической и аналитической кривых обеспеченности

Ординатами точек эмпирической кривой являются значения K_i всех членов ряда. Абсциссы определяют по выражению:

$$p_i = [m_i / (n + 1)] \cdot 100 \%, \quad (1.3)$$

где p_i – обеспеченность рассматриваемого члена со значением K_i ;

m_i – номер члена K_i в убывающем ряду;

n – общее число членов ряда.

По полученным данным (p_i, K_i) наносят точки эмпирической кривой (рис. 1.2).

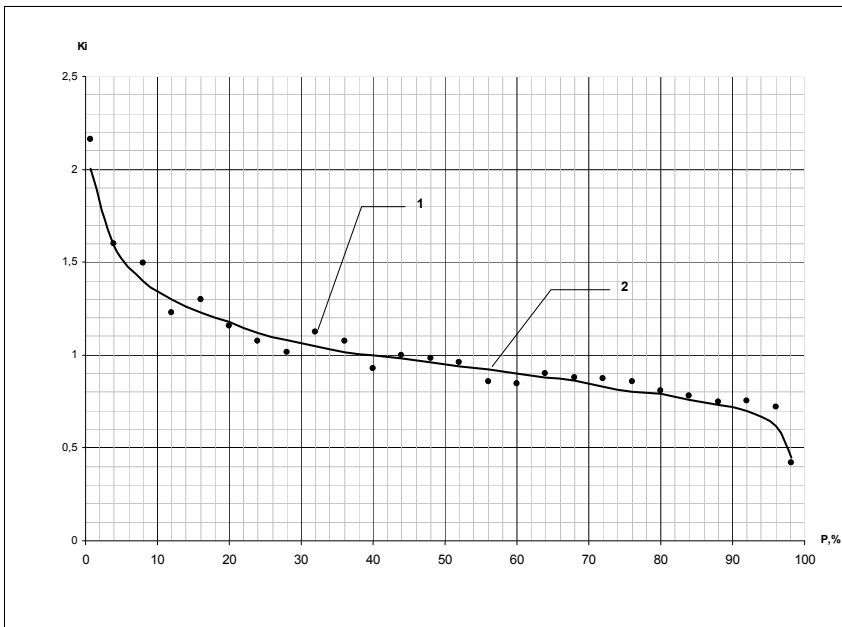


Рис. 1.2. Кривая обеспеченности годового стока:
1 – точки эмпирической кривой; 2 – аналитическая кривая

Повторяемость N расхода заданной обеспеченности (число лет N , в течение которых такой расход повторяется в среднем 1 раз) определяется по формулам:

$$p < 50 \% \text{ (многоводные годы): } N = 100 / p; \quad (1.4)$$

$$p > 50 \% \text{ (маловодные годы): } N = 100 / (100 - p). \quad (1.5)$$

Для построения аналитической кривой обеспеченности необходимо определить ее параметры: коэффициенты вариации C_v и асимметрии C_s . Коэффициент вариации характеризуется отношением среднего

квадратичного отклонения ряда к его среднеарифметическому $C_v = \sigma_x / \bar{x}$, а коэффициент асимметрии – отношением среднего значения отклонений в кубе (среднее кубическое отклонение) к среднему квадратическому в кубе $C_s = M_3 / \sigma_x^3$. Численные значения C_v и C_s могут определяться различными методами. В проекте используют метод наибольшего правдоподобия. Для этого вычисляют значения второй λ_2 и третьей λ_3 статистик:

$$\lambda_2 = \frac{\sum_1^n \lg K_i}{(n-1)}, \quad (1.6)$$

$$\lambda_3 = \frac{\sum_1^n K_i \lg K_i}{(n-1)}. \quad (1.7)$$

По номограммам, приведенным в прил. 5, определяют значения параметров C_v и C_s аналитической кривой обеспеченности трехпараметрического гамма-распределения.

Пользуясь таблицами ординат кривых трехпараметрического гамма-распределения (прил. 6) и прибегая при необходимости к интерполяции, выписывают (табл. 1.2) координаты аналитической кривой p_i, K_i по установленным в п. 1.5 значениям коэффициента C_v и соотношения C_s / C_v . Эту кривую совмещают на одном графике с эмпирической кривой и визуально оценивают степень согласования (рис. 1.2).

Таблица 1.2

Координаты аналитической кривой
обеспеченности годового стока

$p, \%$	0,1	0,5	1	3	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	97	99	99,9
K_i																		

1.4. Определение среднеквадратической погрешности расчета параметров кривой обеспеченности

Относительную среднеквадратичную погрешность расчета параметров кривой обеспеченности определяют по выражениям:

– для среднего значения:

$$E_{\bar{Q}} = \pm \sqrt{(1 + C_v^2 / 2n) \cdot 100 \%}; \quad (1.8)$$

– для коэффициента C_v :

$$E_{C_v} = \pm \sqrt{3 / [2n(3 + C_v^2)]} \cdot 100 \%. \quad (1.9)$$

Следует отметить, достаточна ли продолжительность наблюдений в n лет для обеспечения в условиях данной изменчивости стока допустимой погрешности: $|E_{\bar{Q}}| < 10 \%$ и $|E_{C_v}| < 10-15 \%$.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММАРНЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ В ВОДЕ И ПРИТОКА ВОДЫ. ПОСТРОЕНИЕ ГИДРОГРАФА СРЕДНЕМЕСЯЧНЫХ РАСХОДОВ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ

2.1. Определение потребностей в воде, построение гидрографа водопотребления

Исходные данные для установления потребностей в воде, приведенные в прил. 2, отражают суммарные потребности в воде для различных целей (водоснабжения, мелиорации, рыбного хозяйства и др.) Проверяют, достаточны ли заданные попуски в нижний бьеф для обеспечения требований охраны природы.

В условиях РБ необходимо, чтобы расходы воды в реках не опускались ниже минимально допустимых $Q_{\min \text{ доп.}}$:

$$Q_{\min \text{ доп.}} = 0,75Q_{\min \text{ мес.95}}; \quad (2.1)$$

$$Q_{\min \text{ мес.95}} = K_{95}\bar{Q}_{\min \text{ мес.}} \quad (2.2)$$

где $Q_{\min \text{ мес.95}}$ – минимальные среднемесячные расходы в году 95 %-ой обеспеченности отдельно для летне-осеннего и зимнего периодов.

$$\bar{Q}_{\min \text{ мес.}} = \bar{q}_{\min \text{ мес.}} \cdot F / 10^3, \quad (2.3)$$

где $\bar{q}_{\min \text{ мес.}}$ – модуль минимального месячного стока, л/(с·км²), значения которого приведены в задании для летне-осенней и зимней межени (прил. 2);

$Q_{\min \text{ доп.}}$ определяют соответственно для летне-осенней и зимней межени;

F – площадь водосбора, км².

Для определения модульного коэффициента K_{95} используют соответствующую таблицу координат аналитических кривых обеспеченности (прил. 6) [1, 2, 3] при заданных C_v и C_s и соответственно C_s / C_v для летне-осенней и зимней межени.

Данные о необходимых расходах воды во все месяцы заносят в соответствующие гр. 2, 3, 4 табл. 2.1. В гр. 5 заносят расчетные значения потребностей в нижнем бьефе (большие из указанных для каждого месяца в гр. 3 и 4). Суммарные потребности (суммы гр. 2 и 5) в гр. 6 выражают в м³/с, а затем переводят в объемы, млн м³ (гр. 7). Продолжительность соответствующих месяцев составляет 2,68; 2,42 или 2,59 млн с (в зависимости от числа суток в месяце). На основании табл. 2.1 строят гидрограф водопотребления (рис. 2.1).

Таблица 2.1

Определение потребностей в воде

Месяц	Утилитарные потребности в воде, м ³ /с		Попуск в НБ для целей охраны природы, $Q_{\text{мин доп.}}, \text{ м}^3/\text{с}$	Расчетный попуск в НБ, $Q_{\text{нб р}}, \text{ м}^3/\text{с}$	Суммарные потребности в воде	
	Забор из верхнего бьефа $Q_{\text{вб}}$	Попуск в нижний бьеф $Q_{\text{нб}}$			$Q_i, \text{ м}^3/\text{с},$ (гр. 2 + гр. 5)	$U_i,$ млн м ³
1	2	3	4	5	6	7
III						
IV						
V						
VI						
VII						
VIII						
IX						
X						
XI						
XII						
I						
II						
						$\sum U_i = U$

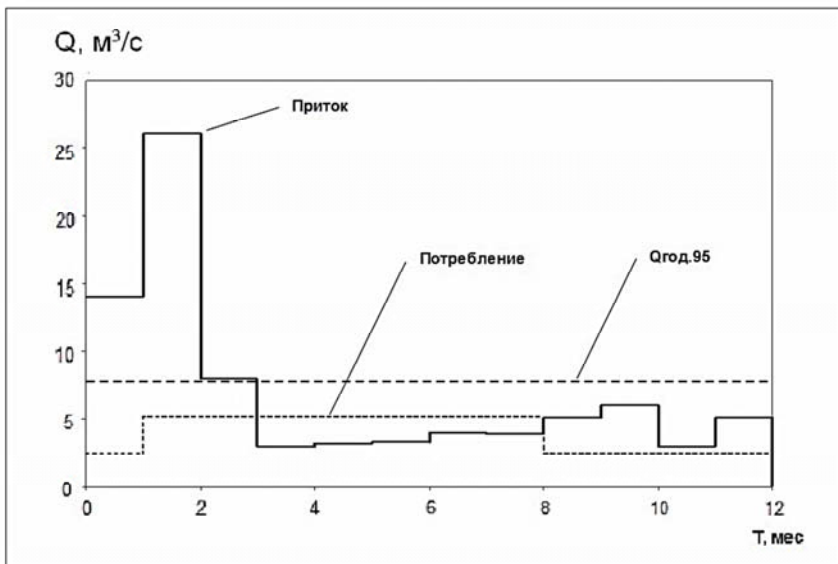


Рис. 2.1. Гидрограф среднемесячных расходов притока и потребления воды

2.2. Расчет среднемесячных расходов воды, построение гидрографа притока

Полагая, что среди водопотребителей имеются принадлежащие к I категории надежности, в качестве расчетного принимают маловодный год 95 % обеспеченности. Средний для такого года расход находят по аналитической кривой обеспеченности годового стока:

$$Q_{\text{год.95}} = K_{95} \bar{Q}_{\text{год.}}$$

Объем стока за расчетный маловодный год определяют по выражению:

$$W_{\text{год.95}} = 31,54 \cdot Q_{\text{min мес.95}}, \text{ МЛН М}^3, \quad (2.3)$$

где 31,54 – продолжительность года, млн с.

Сопоставление этой величины с суммарными потребностями в воде (см. табл. 2.1) показывает возможность обеспечения их вод-

ными ресурсами. Если суммарные потребности U меньше стока расчетного маловодного года $W_{\text{год},95}$, то регулирование стока обеспечивают созданием водохранилища сезонного регулирования.

Для построения гидрографа притока необходимо заполнить табл. 2.2.

Таблица 2.2

Среднемесячные расходы воды в реке
в маловодный год $p = 95 \%$

Месяц	Месячный сток от годового стока заданной обеспеченности, $w_{\text{мес},i}, \%$	Объем стока за месяц, $W_{\text{мес},i}$, млн м^3	Количество секунд в месяце t_i , млн с	Среднемесячный расход $Q_{\text{ср.мес},i}$, $\text{м}^3/\text{с}$
1	2	3	4	5
III				
IV				
V				
VI				
VII				
VIII				
IX				
X				
XI				
XII				
I				
II				
	$\sum w_{\text{мес},i} = 100 \%$	$\sum w_{\text{мес},i} = W_{\text{год},95}$	$\sum t_i = 31,54$ млн с	$\sum Q_{\text{ср.мес},i} / 12 = Q_{\text{год},95}$

Расчет ведут по водохозяйственному году, за начало которого принимают март – начало многоводного сезона.

Для заполнения гр. 2 используют типовое внутригодовое распределение стока (см. прил. 3). Из него в гр. 2 переносят относи-

тельные значения месячного стока $W_{\text{мес.}i}$ (в %), а затем заносят в гр. 3 абсолютные значения, которые вычисляют по выражению:

$$W_{\text{мес.}i} = \frac{W_{\text{год.95}} \cdot w_{\text{мес.}i}}{100}, \text{ млн м}^3. \quad (2.4)$$

Контролем правильности вычисления является совпадение сумм месячных значений за год соответственно со 100 % и $W_{\text{год.95}}$.

Для нахождения среднемесячных расходов записывают в гр. 4 количество секунд в соответствующем месяце, а затем по формуле $Q_{\text{ср.мес.}i} = W_{\text{мес.}i} / t_i$ находят среднемесячный расход $Q_{\text{ср.мес.}i}$ (гр. 5). По значениям среднемесячного расхода строят гидрограф притока (рис. 2.1), который совмещают с гидрографом водопотребления.

3. РАСЧЕТ СЕЗОННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА БЕЗ УЧЕТА ПОТЕРЬ ВОДЫ

3.1. Расчет и построение морфометрических (батиграфических) кривых водохранилища

К основным морфометрическим характеристикам водохранилища относят батиграфические зависимости площади водной поверхности Ω и объема воды в водохранилище V от уровня H [4]. Кривую $\Omega=f(H)$ называют кривой площадью водной поверхности водохранилища; кривую $V=f(H)$ – кривой объемов водохранилища, а вместе – батиграфическими кривыми. Для их построения заполняют табл. 3.1. Для заполнения гр. 1 и 2 используют данные, приведенные в прил. 4.

Послойно определяют объемы воды между смежными горизонталями. Объем слоя ΔV_i (гр. 5) находят по формуле:

$$\Delta V_i = \Omega_{\text{ср}i} \Delta H_i, \quad (3.1)$$

где $\Omega_{\text{ср}i}$ – средняя площадь зеркала воды между смежными горизонталями, км².

Таблица 3.1

Координаты кривых объемов и площадей водохранилища

Отметка уровня водохранилища H_i , м	Площадь зеркала Ω_i , км ²	Средняя площадь зеркала $\Omega_{\text{ср},i}$, км ²	Высота слоя ΔH_i , м	Объем слоя ΔV_i , млн м ³	Объем водохранилища V , млн м ³
1	2	3	4	5	6
135	0				0
137,5	4,53	3,02	2,5	7,55	7,55
140	11	7,53	2,5	18,82	26,37

Объем первого придонного слоя речной долины ΔV_1 определяют по формуле усеченного параболоида:

$$\Delta V_1 = \frac{2}{3} \Omega_1 \Delta H_i, \quad (3.2)$$

соответственно

$$\Omega_{\text{ср}1} = \frac{2}{3} \Omega_1.$$

Для остальных горизонталей значения $\Omega_{\text{ср}i}$ (гр. 3) вычисляют по формуле усеченной пирамиды:

$$\Omega_{\text{ср}i} = \frac{\Omega_i + \sqrt{\Omega_i \Omega_{i+1}} + \Omega_{i+1}}{3}. \quad (3.3)$$

Высоту слоя воды ΔH_i (гр. 4) определяют как разность между отметками H_i (гр. 1) соседних (верхней и нижней) горизонталей:

$$\Delta H_i = H_{i+1} - H_i. \quad (3.4)$$

Последовательно суммируя объемы слоев воды ΔV_i , получают объемы V_i (гр. 6), вмещаемые в чаше будущего водохранилища ниже горизонталей с отметками H_i . Для первой горизонтали $V_1 = \Delta V_1$, а для последующих:

$$\Delta V_i = \sum_{H_0}^{H_i} V_i. \quad (3.5)$$

Полный объем воды, находящийся ниже отметки верхней горизонтали последнего слоя, равен сумме всех частных объемов, расположенных ниже этого уровня: $V = \sum \Delta V_i$.

По данным табл. 3.1 строят кривые объемов и площадей водохранилища (рис. 3.1).

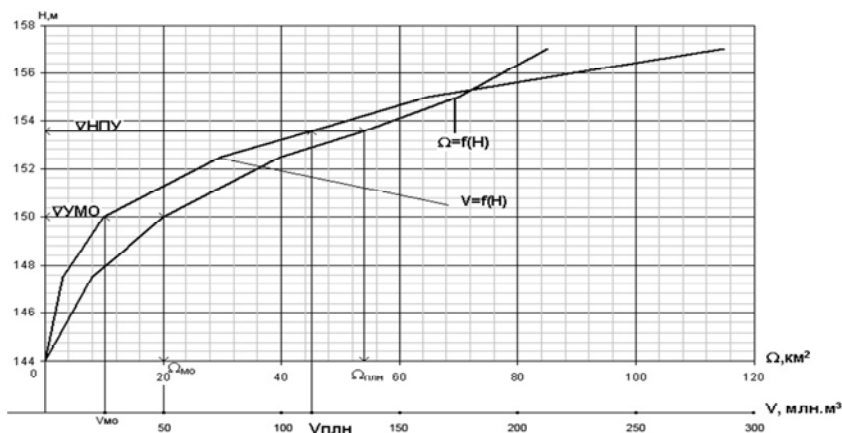


Рис. 3.1. Морфометрические кривые водохранилища

3.2. Расчет полезного объема водохранилища таблично-цифровым способом без учета потерь воды

Параметры водохранилища определяют на основе балансовых расчетов таблично-цифровым способом, которые широко распространены в практике водохозяйственного проектирования, их рекомендуется вести по форме табл. 3.2. Расчет годового регулирования стока удобно проводить по водохозяйственному году, за начало которого принимают начало многоводного сезона. Данные о расчетном стоке $W_{p,i} = W_{мес,i}$, отдаче U_i заносят в хронологической последовательности из табл. 2.2 и 2.1 в гр. 2 и 3 табл. 3.2.

Сопоставляют помесячно сток и отдачу, вычисляют избытки $W_{изб.} = (W_{p,i} - U_i)$ и дефициты $W_{д.} = -(W_{p,i} - U_i)$ и записывают их соответственно в гр. 4 и 5.

Расчет полезного объема $V_{плз.}$ выполняют следующим образом. Вначале выбирают месяц на исходе межени (обычно февраль или иногда октябрь), в конце которого можно полностью (до нуля) сработать воду в пределах полезной емкости. Затем, начиная с этого месяца, последовательно прибавляют значения дефицитов (ходом «снизу вверх») и определяют объем воды, который может покрыть все дефициты до конца межени. Этот объем воды, представляющий

наибольшую сумму дефицитов, и является полезным объемом водохранилища $V_{плз.}$ (без учета потерь).

Таблица 3.2

Расчет полезного объема водохранилища
без учета потерь воды

Месяц	Расчетный сток $W_{p,i}$, млн м ³	Потребность в воде (отдача) U_i , млн м ³	Сток минус отдача $W_{p,i} - U_i$, млн м ³		Наполнение водохранилища, млн м ³	
			Избыток воды $W_{изб}$	Дефицит воды $W_{д}$	Объем воды в конце месяца V_{ki}	Холостой сброс $V_{сбi}$
1	2	3	4	5	6	7
III			34,14		34,14	
IV			69,95		71,54	32,55
V				2,16	69,38	
VI				12,49	56,89	
VII				16,26	40,63	
VIII				16,36	24,27	
IX				13,30	10,97	
X				10,19	0,78	
XI			4,31		5,09	
XII			0,27		5,36	
I				1,90	3,46	
II				3,46	0	
Σ	$\Sigma W_{p,i} = W_{год.95}$	$\Sigma U_i = U$				32,55

Второй этап расчета состоит в вычислении месячных объемов наполнения установленной емкости водохранилища. Он ведется уже «сверху вниз» с месяца, следующего за месяцем полной сработки полезной емкости. Последовательно суммируя избытки, указанные в гр. 4, пополняют запасы воды в пределах полезной емкости. Если сумма избытков превышает полезный объем, то в гр. 6 записывают его установленное выше значение, а остальную часть избытков воды направляют в холостой сброс и заносят в гр. 7. Контролем правильности расчетов табл. 3.2 является баланс сумм годового притока, годовой потребности (отдачи) и всех холостых сбросов, т. е. гр. 2 = гр. 3 + гр. 7.

3.3. Расчет заиления и мертвого объема водохранилища

Процесс отложения наносов в водохранилище называется заилением. При расчетах заиления задаются сроком службы водохранилища $t_{\text{сл}}$ – время, в течение которого наносами заполняется мертвый объем или большая его часть, но при этом обеспечивается необходимая подача воды потребителям из регулирующей емкости. При заданном сроке $t_{\text{сл}}$ может решаться задача по назначению соответствующего мертвого объема $V_{\text{МО}}$. Для водохранилищ, сооружаемых для целей водоснабжения, можно принимать $t_{\text{сл}} = 50\text{--}75$ лет.

Среднемноголетний объем наносов $V_{\text{Н}}$ реки, впадающей в водохранилище, в общем виде можно представить как сумму объемов взвешенных $V_{\text{ВЗВ}}$ и влекомых (донных) $V_{\text{ВЛ}}$ наносов.

Расчет ведется в следующем порядке:

Определяют среднегодовой расход взвешенных наносов $R_{\text{Н}}$ по формуле:

$$\bar{R}_{\text{Н}} = S\bar{Q}_{\text{Год}}, \text{ кг/с}, \quad (3.6)$$

где $\bar{Q}_{\text{Год}}$ – среднемноголетний расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$;

S – среднемноголетняя мутность воды, принимается $0,2\text{--}0,3 \text{ кг/м}^3$.

Определяют среднемноголетний годовой объем взвешенных наносов по зависимости:

$$\bar{V}_{\text{ВЗВ.ГОД}} = \frac{31,54 \cdot \bar{R}_{\text{Н}}}{\rho_{\text{ВЗВ}}}, \text{ МЛН М}^3, \quad (3.7)$$

где $\rho_{\text{ВЗВ}}$ – плотность взвешенных наносов; $\rho_{\text{ВЗВ}} = 1100\text{--}1500 \text{ кг/м}^3$.

Определяют объем взвешенных наносов, заполняющий ложе водохранилища за $t_{\text{сл}}$ лет, по формуле:

$$V_{\text{ВЗВ}} = \bar{V}_{\text{ВЗВ.ГОД}} (1 - \delta) t_{\text{сл}}, \text{ МЛН М}^3, \quad (3.8)$$

где δ – транзитная часть взвешенных наносов, выносимых в НБ, принимается $\delta = 0,20-0,30$, соответственно $(1-\delta)$ – та часть наносов, которая отложится в водохранилище.

Определяют объем влекомых по дну наносов, заполняющий ложе водохранилища за $t_{\text{сл}}$ лет, по зависимости:

$$V_{\text{вл}} = 31,54 \cdot \bar{R}_H \frac{\beta}{\rho_{\text{вл.}}} t_{\text{сл}}, \text{ млн м}^3, \quad (3.9)$$

где β – отношение массы влекомых наносов к массе взвешенных наносов, для равнинных рек можно принимать в среднем $\beta = 0,1$;

$\rho_{\text{вл.}}$ – плотность влекомых (донных) наносов; $\rho_{\text{вл.}} = 1500-1700 \text{ кг/м}^3$.

Определяют объем водохранилища, занимаемый взвешенными и влекомыми наносами, как сумму ($V_{\text{взв.}} + V_{\text{вл.}}$), которую умножают на коэффициент $\varphi = 1,10-1,20$, учитывающий дополнительное поступление наносов за счет разрушения берегов, а также склоновой и ветровой эрозии:

$$V_H = \varphi(V_{\text{взв.}} + V_{\text{вл.}}), \text{ млн м}^3. \quad (3.10)$$

Принимают из условия заиления водохранилища мертвый объем $V_{\text{мо}} = V_H$. Проверяют необходимый мертвый объем водохранилища, исходя из санитарно-технических требований, который с учетом опыта эксплуатации водоемов в РБ принимается в среднем $0,25 V_{\text{плз}}$. Если окажется, что рассчитанный из условия заиления $V_{\text{мо}} < 0,25 V_{\text{плз}}$, то принимают окончательно за расчетный $V_{\text{мо}} = 0,25 V_{\text{плз}}$.

4. РАСЧЕТ СЕЗОННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА С УЧЕТОМ ПОТЕРЬ ВОДЫ. ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА РАБОТЫ ВОДОХРАНИЛИЩА

4.1. Определение потерь воды из водохранилища

Учет потерь воды необходим для правильного определения объема водохранилища и составления водного баланса водных ресурсов при регулировании стока. Основными видами потерь являются испарение с водной поверхности и фильтрация.

В расчетах учитывают дополнительное испарение как разницу между испарением с поверхности водоема E_B и с поверхности суши до создания водохранилища E_C [4]. Исходя из опыта эксплуатации водохранилищ в проекте принимают дополнительные суммарные потери на испарение 15–25 % полезного объема $V_{плз}$, определенного без учета потерь воды по табл. 3.2, и распределяют их по месяцам (за безледоставный период) в соответствии с табл. 4.1.

Таблица 4.1

Испарение с поверхности малых водоемов
по месяцам (в % от годового объема испарения)

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$E_{вi}, \%$	–	–	–	5	15	20	21	19	12	6	2	–

Основные потери на фильтрацию происходят через ложе водохранилища и частично через тело и основание плотины. Приближенно ожидаемые потери на фильтрацию за каждый месяц обычно выражают через объем вод $V_{ф,i}$, принимаемый как часть среднего за месяц объема водохранилища, включая мертвый объем. В проекте рекомендуется принимать 0,5–1 % этого объема, т. е. $V_{ф,i} = (0,005–0,01)(V_{ki} + V_{мо})$, где V_{ki} – объем воды в конце i -го месяца в пределах полезного объема (гр. 6 табл. 3.2).

В период ледостава учитывают потери на льдообразование $V_{л,i}$, которые приближенно принимают в % от объема воды $(V_{ki} + V_{мо})$

в данном месяце: 2,0 % в декабре, т. е. $V_{л.i} = 0,02 (V_{ki} + V_{мо})$; 3,0 % в январе; 3,5 % в феврале; 2,0 % в марте.

Суммарные потери воды за каждый месяц $V_{пот.i}$ определяют как сумму:

$$V_{пот.i} = V_{исп.i} + V_{ф.i} + V_{л.i} \quad (4.1)$$

и заносят в гр. 4 табл. 4.2; потери за год $V_{пот} = \sum V_{пот.i}$.

4.2. Расчет полезного объема водохранилища с учетом потерь воды и построение графика его работы

Расчет производят балансовым таблично-цифровым способом. Все расчеты сводят в табл. 4.2. Данные о притоке и общем потреблении воды заносят в гр. 2 и 3 табл. 4.2 из соответствующих граф табл. 3.2. Суммарный объем потерь $V_{пот.i}$ заносят в гр. 4 табл. 4.2. Устанавливают значения помесячного потребления (отдачу) воды с учетом потерь ($U_i + V_{пот.i}$) и заносят эти значения в гр. 5. Расчеты избытков и дефицитов воды производят аналогично табл. 3.2, только с учетом потерь (гр. 6 и 7).

Предполагая, что в расчетном маловодном году может осуществляться строительство водохранилища и заполнение его мертвого объема, принимают объем воды в конце маловодного месяца, в котором полезный объем полностью срабатывается, равным мертвому объему $V_{мо}$. Начиная с этого месяца, ходом «снизу вверх» последовательно прибавляют дефициты, которые суммируют и получают полезный и, соответственно, полный объемы водохранилища $V_{пнн}$ с учетом потерь и мертвого объема.

Расчет наполнения водохранилища производят так же, как в табл. 3.2 ходом «сверху вниз», последовательно прибавляя избытки и заканчивая последним месяцем многоводного периода. Все излишки воды, превышающие $V_{пнн}$, направляют на сброс (гр. 9 табл. 4.2). Если в первом многоводном месяце, следующем за маловодным ($V_{ki} = 0$), избыток воды $W_{изб} < V_{мо}$, то к избытку прибавляют мертвый объем, который затем вычитают из объема воды в месяце с максимальным избытком, предполагая, что в этом месяце заполняется $V_{мо}$.

Таблица 4.2

Расчет водохранилища с учетом потерь воды

Месяцы	Расчетный приток $W_{p,i}$ млн м ³	Потребность в воде (отдача) U_i млн м ³	Объем потерь $V_{пот i}$ млн м ³	Отдача с учетом потерь $U_i + U_{пот i}$ млн м ³	Наполнение с учетом потерь, млн м ³			
					$W_{p,i} - U_i - V_{пот i}$		Объем воды в конце месяца $V_{к i}$	Холод-стой сброс $V_{сб i}$
					Избыток воды $W_{изб}$	Дефицит воды $W_{д}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
III								
IV								
V								
VI								
VII								
VIII								
IX								
X								
XI								
XII								
I								
II								
Σ	W_p	U	$V_{пот}$					$V_{сб}$

Правильность вычислений проверяют по уравнению водного баланса:

$$W_p - U - V_{пот} - V_{сб} - V_{мо} = 0. \quad (4.2)$$

Если окажется, что воды не хватает для заполнения водохранилища: $W_p < (U + V_{пот} + V_{мо})$, то заполнение мертвого объема в расчетный маловодный год не представляется возможным, и тогда объем воды в конце маловодного месяца принимают за нуль (полезный объем сбрасывается до нуля, а не до УМО).

По данным таблично-цифрового расчета, приведенным в табл. 4.2, строят график работы водохранилища (рис. 4.1). По оси абсцисс откладывают месяцы в хронологической последовательности, начиная с того, который принят за начало водохозяйственного года, и закан-

чивая месяцем, в конце которого произошла полная сработка полезного объема до V_{MO} , а по оси ординат – объемы наполнения на конец каждого месяца с учетом потерь и мертвого объема, т. е. данные гр. 8.

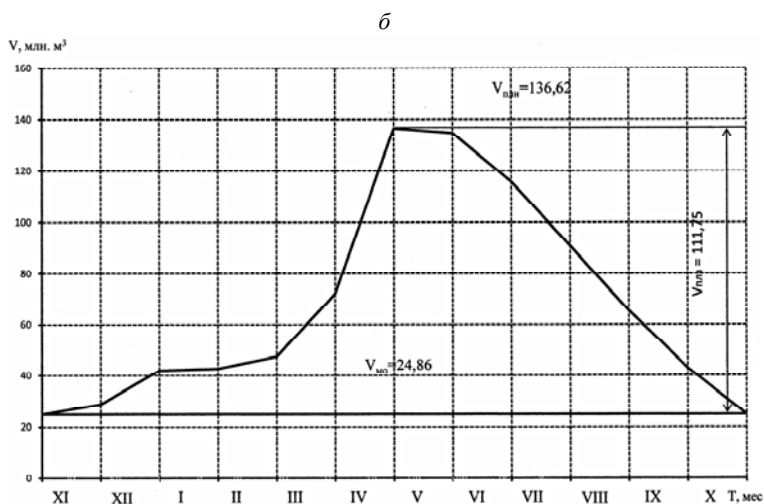
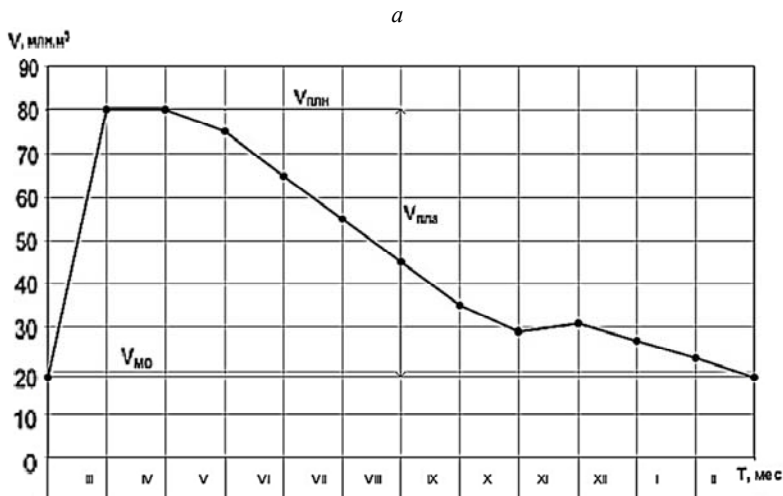


Рис. 4.1. График работы водохранилища:
 а – сработка полезного объема до мертвого объема в конце 2-го месяца;
 б – в конце 10-го месяца

4.3. Определение сопряженных характеристик водохранилища и показателей регулирования стока

Рассчитанный с учетом потерь полезный объем $V_{\text{плз}} = V_{\text{плн}} - V_{\text{мо}}$, а также значения объемов $V_{\text{плн}}$ и $V_{\text{мо}}$ необходимо нанести на морфометрическую кривую объемов водохранилища (рис. 3.1) и установить сопряженные характеристики:

- отметку нормального подпорного уровня $\nabla_{\text{НПУ}}$, соответствующую полному объему водохранилища $V_{\text{плн}}$;
- площадь зеркала водохранилища при данной отметке $\Omega_{\text{нпу}}$;
- среднюю глубину при $h_{\text{ср}} = V_{\text{плн}} / \Omega_{\text{нпу}}$;
- отметку уровня мертвого объема $\nabla_{\text{УМО}}$;
- площадь зеркала при УМО $\Omega_{\text{умо}}$;
- среднюю глубину при УМО $h_{\text{ср.мо}} = V_{\text{мо}} / \Omega_{\text{умо}}$;
- глубину призмы сработки $h_{\text{сраб}} = \nabla_{\text{НПУ}} - \nabla_{\text{УМО}}$.

Определяют также следующие показатели регулирования стока:

- коэффициент регулирующей емкости β , представляющий собой отношение полезного объема к среднему объему годового стока:

$$\beta = \frac{V_{\text{плз}}}{W_0}, \quad (4.1)$$

где $W_0 = 31,54 \bar{Q}_{\text{год}}$;

- коэффициент зарегулированной отдачи α – отношение годовой суммарной потребности в воде к среднему годовому стоку:

$$\alpha = \frac{U}{W_0}; \quad (4.2)$$

- удельное затопление $w_{\text{уд}}$ на 1 млн м³ увеличения регулирующей емкости – отношение площади зеркала воды при НПУ к полезному объему:

$$w_{\text{уд}} = \frac{\Omega_{\text{НПУ}}}{V_{\text{плз}}}, \text{ км}^2 \text{ на } 1 \text{ млн м}^3. \quad (4.3)$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Расчетные гидрологические характеристики. Порядок определения: ТКП 45-3-04-168-2009 (02250). – Минск: РУП «Стройтехнорм», 2010. – 55 с.
2. Определение расчетных гидрологических характеристик: пособие П1-98 к СНиП 2.01.14-83. – Минск: Минстройархитектуры, 2000. – 174 с.
3. Гидрология и регулирование стока: методические указания к выполнению курсового проекта / сост. Э. И. Михневич. – Минск: БНТУ, 2009. – 60 с.
4. 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. – 432 с.
5. Парахневич, В. Т. Гидравлика, гидрология, гидрометрия водотоков: учеб. пособие / В. Т. Парахневич. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2016. – 368 с.
6. Гидрология и гидротехнические сооружения: учеб. для вузов / Г. Н. Смирнов [и др.]; под ред. Г. Н. Смирнова. – М.: Высшая школа, 1988. – 472 с.
7. Базыленко, Г. М. Основы гидрологических расчетов: учеб. пособие / Г. М. Базыленко. – Минск: НПО «Пион», 2002. – 144 с.
8. Практикум по гидрологии, гидрометрии и регулированию стока / Е. Е. Овчаров [и др.]; под ред. Е. Е. Овчарова. – М.: Агропромиздат, 1988. – 244 с.
9. Плешков, Я. Ф. Регулирование речного стока / Я. Ф. Плешков. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1975. – 560 с.
10. Михайлов, В. Н. Гидрология: учеб. для вузов / В. Н. Михайлов, А. Д. Добровольский, С. А. Добролюбов. – 2-е изд. испр. – М.: Высшая школа, 2007. – 464 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Хронологические ряды среднегодовых расходов воды в реках

год	Средний годово́й расход, м³/с, для вариантов																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1971	35,40	23,20	4,21	20,40	8,44	18,60	46,10	38,80	27,20	25,50	15,20	18,10	7,38	24,00	3,25	3,03	24,70	8,69	5,06	7,08	3,64	5,10
1972	28,20	16,40	8,04	28,00	6,37	19,10	50,70	30,90	24,00	20,30	13,10	37,00	8,54	22,00	5,12	3,49	12,40	9,81	4,03	5,64	2,90	4,06
1973	47,20	25,70	3,86	25,00	9,94	13,00	48,40	47,10	38,00	30,10	10,40	43,20	10,26	27,20	2,60	3,29	52,80	7,97	6,74	9,44	4,30	6,02
1974	54,00	19,60	7,42	51,40	12,60	21,30	57,20	57,10	42,80	28,10	9,92	54,50	10,58	21,80	3,83	7,72	38,40	7,60	7,71	10,80	4,01	5,62
1975	49,70	16,50	5,71	27,60	13,10	21,10	46,40	70,40	44,00	21,20	26,00	29,90	6,16	40,00	1,70	7,22	33,40	7,74	7,10	10,94	3,03	4,24
1976	31,60	27,00	5,76	21,80	9,59	18,60	64,60	43,40	29,40	25,60	14,30	28,70	6,74	27,40	6,97	7,60	32,70	14,10	4,51	6,32	3,66	5,12
1977	47,30	31,10	5,67	31,60	11,60	16,70	42,00	36,60	28,00	16,90	15,00	24,60	6,18	25,80	4,65	4,44	22,30	12,20	6,76	9,46	2,41	3,38
1978	38,80	17,80	3,79	32,00	10,60	17,50	47,30	45,70	25,00	23,90	13,70	19,50	3,88	25,40	3,09	3,09	9,14	13,60	5,54	7,76	3,41	4,78
1979	23,20	18,80	4,42	30,80	8,39	30,20	71,00	36,80	21,60	23,70	10,50	21,50	5,58	22,20	2,92	4,62	20,20	10,00	3,31	4,64	3,39	4,74
1980	30,60	19,50	4,11	25,00	7,74	26,60	55,60	34,80	21,20	22,80	11,50	12,50	3,18	23,00	3,20	3,34	23,30	8,85	4,37	6,12	3,26	4,56
1981	17,70	12,50	2,80	22,00	6,17	28,30	66,80	33,70	22,40	20,50	9,48	23,50	7,86	24,00	7,10	3,67	15,79	10,00	2,53	3,54	2,93	4,10
1982	43,20	16,10	3,33	20,00	7,14	19,20	48,60	33,20	31,20	18,20	16,80	26,20	4,04	36,40	5,30	3,69	24,20	8,65	6,17	8,64	2,60	3,64
1983	36,60	10,70	2,60	39,00	14,70	20,90	70,40	34,20	23,60	39,00	9,03	31,40	5,62	25,80	6,20	4,00	17,70	7,75	5,23	7,32	5,57	7,80
1984	53,60	17,50	2,65	27,60	11,50	20,10	48,50	40,00	26,00	31,90	10,80	25,80	5,74	21,00	6,70	3,87	9,73	7,92	7,66	10,72	4,56	6,38
1985	44,60	19,80	6,14	24,00	7,67	21,10	41,00	62,40	30,00	32,20	16,00	24,50	4,58	24,00	6,02	3,28	10,60	9,07	6,37	8,92	4,60	6,44
1986	39,60	18,60	4,66	21,20	8,54	14,20	41,40	42,80	21,60	24,40	9,73	18,50	3,16	22,80	5,17	2,67	29,90	8,40	5,69	7,96	3,49	4,88
1987	54,40	16,60	3,36	22,60	8,34	14,40	39,60	36,70	20,40	21,30	11,40	14,40	2,94	26,00	4,00	1,99	15,20	6,77	7,77	10,88	3,04	4,26
1988	32,60	15,80	3,56	27,00	9,38	12,10	39,20	38,10	20,00	24,10	8,66	14,40	2,84	25,20	3,91	2,29	11,50	6,18	4,66	6,52	3,44	4,82
1989	47,20	20,20	3,79	36,80	11,90	18,40	48,70	41,00	22,40	22,00	12,00	24,40	4,36	24,60	7,39	3,98	19,00	10,50	6,74	9,44	3,14	4,40
1990	58,70	23,70	5,41	26,00	9,30	13,80	39,70	54,90	25,80	20,40	11,20	14,20	2,12	23,20	1,95	2,04	9,22	6,98	8,39	11,74	2,91	4,08
1991	31,80	25,80	4,34	33,60	12,80	15,10	43,90	52,50	35,00	22,30	18,80	31,10	4,36	22,60	4,83	3,12	20,70	9,48	4,54	6,36	3,19	4,46
1992	47,70	13,60	4,45	30,40	7,72	10,70	36,20	36,80	30,40	24,90	9,94	19,70	2,14	23,60	2,20	1,07	9,13	4,07	6,81	9,54	3,50	4,90
1993	51,90	24,80	5,42	34,20	13,80	15,70	52,60	48,40	22,40	26,30	12,10	19,10	3,14	52,00	4,97	3,31	23,50	8,46	7,41	10,38	3,76	5,26
1994	49,20	27,40	3,67	36,40	15,90	21,40	59,50	47,50	37,80	28,00	18,20	25,70	5,18	26,00	6,71	5,39	29,70	11,40	7,03	9,84	4,00	5,60
1995	67,50	21,20	5,45	27,20	13,60	16,10	56,60	47,20	30,60	24,60	14,40	23,00	4,26	21,20	6,16	3,48	14,10	8,89	9,64	13,50	3,51	4,92
1996	36,60	32,70	5,90	35,80	15,70	33,30	63,90	69,80	48,20	22,50	22,40	50,00	11,68	44,20	11,30	7,26	37,10	15,60	5,23	7,32	3,21	4,50
1997	34,10	19,20	6,35	20,00	8,53	14,00	38,00	33,40	23,20	18,40	9,56	19,60	4,12	38,00	5,06	2,75	20,70	7,98	4,87	6,82	2,63	3,68
1998	39,00	15,30	5,79	25,20	7,88	20,10	51,40	38,90	24,60	20,70	10,50	16,98	2,44	37,40	4,57	2,64	7,24	8,43	9,57	7,80	3,94	5,52
1999	65,60	16,60	3,78	26,00	7,88	15,80	38,60	41,80	20,60	20,10	10,60	18,60	2,52	30,60	4,34	2,63	10,30	8,46	9,37	13,12	2,87	4,02
2000	52,70	38,40	2,91	52,60	13,60	18,90	58,60	81,70	44,60	23,20	21,30	32,00	5,80	22,80	4,70	4,99	27,20	11,10	7,53	10,54	3,31	4,64

Продолжение прил. 1

Год	Средний годовой расход, мЗс, для вариантов																															
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44										
1971	5,82	7,76	10,20	13,60	12,00	4,64	17,70	11,60	21,05	16,32	16,88	37,20	23,05	19,40	36,27	51,00	30,40	14,48	18,45	12,00	16,25	15,15										
1972	4,64	6,18	14,00	12,00	11,00	3,28	14,10	8,20	40,20	22,40	12,74	38,20	25,35	15,45	32,00	40,60	26,20	29,60	21,35	11,00	25,60	17,45										
1973	7,07	9,42	12,50	19,00	13,60	5,14	23,60	12,85	19,30	20,00	19,88	26,00	24,20	23,55	50,67	60,20	34,56	25,65	13,60	16,45												
1974	8,57	11,4	25,70	21,40	10,90	3,92	27,00	9,80	37,10	41,12	25,20	42,60	28,60	28,55	57,07	56,20	19,84	43,60	26,45	10,90	19,15	37,70										
1975	10,56	14,1	13,80	22,00	20,00	3,30	24,85	8,25	28,55	22,08	26,20	42,20	23,20	35,20	58,67	42,40	52,00	23,92	15,40	20,00	8,50	36,10										
1976	6,51	8,68	10,90	14,70	13,70	5,40	15,80	13,50	28,80	17,44	19,18	37,20	21,00	18,30	37,33	33,80	30,00	19,68	15,45	12,90	23,25	22,20										
1977	5,49	7,32	15,80	14,00	12,90	6,22	23,65	15,55	28,35	25,28	23,20	33,40	21,00	18,30	37,33	33,80	30,00	19,68	15,45	12,90	23,25	22,20										
1978	6,86	9,14	16,00	12,50	12,70	3,56	19,40	8,90	18,95	25,60	21,20	35,00	23,65	22,85	33,33	47,80	27,40	15,60	9,70	12,70	15,45	15,45										
1979	5,52	7,36	15,40	10,80	11,10	3,76	11,60	9,40	22,10	24,64	16,78	60,40	35,50	18,40	28,80	47,40	21,00	17,20	13,95	11,10	14,60	23,10										
1980	5,22	6,96	12,50	10,60	11,50	3,90	15,30	9,75	20,55	20,00	15,48	53,20	27,80	17,40	28,27	45,60	23,00	10,00	7,95	11,50	16,00	16,70										
1981	5,06	6,74	11,00	11,20	12,00	2,50	8,85	6,25	14,00	17,60	12,34	56,60	33,40	16,85	29,87	41,00	18,96	18,80	19,65	12,00	35,50	18,35										
1982	4,98	6,64	10,00	15,60	18,20	3,22	21,60	8,05	16,85	16,00	14,28	36,40	24,30	16,60	41,60	36,40	33,60	20,96	10,10	18,20	26,50	18,45										
1983	5,13	6,84	19,50	11,90	12,90	2,14	18,30	5,35	13,00	31,20	29,40	41,80	35,20	17,10	31,73	78,00	18,06	25,12	14,05	12,90	31,00	20,00										
1984	6,00	8	13,60	13,00	10,50	3,50	26,80	8,75	13,25	22,08	23,00	40,20	24,25	20,00	34,67	63,80	21,60	20,64	14,35	10,50	33,50	19,35										
1985	9,36	12,48	12,00	15,00	12,00	3,96	22,30	9,90	30,70	19,20	15,34	42,20	20,50	31,20	40,00	64,40	32,00	19,60	11,45	12,00	30,10	16,40										
1986	6,42	8,56	10,60	10,80	11,40	3,72	19,90	9,30	23,30	16,96	17,08	28,40	20,70	21,40	28,80	48,80	19,46	14,80	7,90	11,40	25,85	13,35										
1987	5,51	7,34	11,30	10,20	13,00	3,32	27,20	8,30	16,90	18,08	16,68	28,80	19,80	18,35	27,20	42,60	22,80	11,52	7,35	13,00	20,00	9,95										
1988	4,77	7,62	13,50	10,00	12,60	3,16	16,30	7,90	17,80	21,60	18,76	24,20	19,60	19,05	26,67	48,20	17,72	11,52	7,10	12,60	19,55	11,45										
1989	6,15	8,2	18,40	11,20	12,30	4,04	23,60	10,10	18,95	29,44	23,80	36,80	24,35	20,50	29,87	44,00	24,00	19,52	10,90	12,30	36,95	19,90										
1990	8,24	10,98	13,00	12,90	11,60	4,74	29,35	11,85	27,05	20,80	18,60	27,60	19,85	27,45	34,40	40,80	22,40	11,36	5,30	11,60	9,75	10,20										
1991	7,88	10,50	16,80	17,50	11,30	5,16	15,90	12,90	21,70	26,88	25,60	30,20	21,95	26,25	46,67	44,80	37,60	24,88	10,90	11,30	24,15	15,60										
1992	5,37	7,16	15,20	15,20	11,80	2,72	23,85	6,80	22,25	24,32	15,44	21,40	18,10	17,90	40,53	49,00	19,88	15,76	5,35	11,80	13,00	5,35										
1993	7,26	9,68	17,10	11,20	26,00	4,96	25,95	12,40	27,10	27,36	27,60	31,40	26,30	24,20	29,87	52,60	24,20	15,28	7,85	26,00	24,85	16,55										
1994	7,13	9,5	18,20	16,90	13,00	5,48	24,60	13,70	18,35	29,12	31,80	42,80	28,75	23,75	50,40	56,00	36,40	20,56	12,95	13,00	33,55	26,95										
1995	7,08	9,44	13,60	15,30	10,60	4,24	33,75	10,60	27,25	21,76	27,20	32,20	26,30	23,60	40,80	49,20	28,80	18,40	10,65	10,60	30,80	17,40										
1996	10,47	13,96	17,90	24,10	22,10	6,54	18,30	16,35	29,50	28,64	31,40	66,60	31,95	34,90	64,27	45,00	44,80	40,00	29,20	22,10	56,50	36,30										
1997	5,01	6,68	10,00	11,60	19,00	3,84	17,05	9,60	31,75	16,60	17,06	28,80	19,00	16,70	30,93	36,80	19,12	15,68	10,30	19,00	25,30	13,75										
1998	5,84	7,78	12,60	12,30	18,70	3,06	19,50	7,65	28,95	20,16	13,70	40,20	25,70	19,45	32,80	55,20	21,00	13,52	6,10	18,70	22,85	13,20										
1999	6,27	8,36	13,00	10,40	15,30	3,32	32,80	8,30	18,90	20,80	15,76	31,60	19,30	20,90	27,73	40,20	21,20	14,88	6,30	15,30	21,70	13,15										
2000	12,26	16,34	26,30	22,30	11,40	7,68	26,35	19,20	14,55	42,08	27,20	37,80	29,30	40,85	59,47	46,40	42,60	25,60	14,50	11,40	23,50	24,95										

Окончание прил. 1

Год	Средний годово́й расход, мЗс, для вариантов																					
	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
1971	12,35	17,38	17,70	14,16	12,75	25,50	19,40	15,52	20,40	27,20	24,00	23,20	16,84	14,76	13,00	12,12	14,16	10,20	20,40	15,52	18,56	11,1
1972	6,20	19,62	14,10	11,28	10,15	20,30	15,45	12,36	28,00	24,00	22,00	16,40	32,16	17,08	20,48	13,96	11,28	8,12	16,24	12,84	13,12	12,8
1973	26,40	15,94	23,60	18,88	15,05	30,10	23,55	18,84	25,00	36,00	27,20	25,70	15,44	20,52	10,10	13,16	18,88	12,04	24,08	18,84	20,56	15,4
1974	19,20	15,20	27,00	21,60	14,05	28,10	28,55	22,84	51,40	42,80	21,80	19,60	29,68	21,16	15,32	30,16	21,60	11,24	22,48	22,84	15,68	15,9
1975	16,70	15,48	24,85	19,88	10,60	21,20	35,20	28,16	27,60	44,00	40,00	16,50	22,84	12,32	6,80	28,88	19,88	8,48	16,96	28,16	13,20	9,24
1976	16,35	28,20	15,80	12,64	12,80	25,60	21,70	17,36	21,80	29,40	27,40	27,00	23,04	13,48	27,88	30,40	12,64	10,24	20,48	17,36	21,60	10,1
1977	11,15	24,40	23,65	18,92	8,45	16,90	18,30	14,64	31,60	28,00	25,80	31,10	22,68	12,36	18,60	17,76	18,92	6,76	13,52	14,64	24,88	9,27
1978	4,57	27,20	19,40	15,52	11,95	23,90	22,85	18,28	32,00	25,00	25,40	17,80	15,16	7,76	12,36	12,36	15,52	9,56	19,12	18,28	14,24	5,92
1979	10,10	20,00	11,60	9,28	11,85	23,70	18,40	14,72	30,80	21,60	22,20	18,80	17,68	11,16	11,68	18,48	9,28	9,48	18,96	14,72	15,04	8,37
1980	11,65	17,70	15,30	12,24	11,40	22,80	17,40	13,92	25,00	21,20	23,00	19,50	16,44	6,36	12,80	13,36	12,24	9,12	18,24	13,92	15,60	4,77
1981	7,90	20,00	8,85	7,08	10,25	20,50	16,85	13,48	22,00	22,40	24,00	12,50	11,20	15,72	28,40	14,68	7,08	8,20	16,40	13,48	10,00	11,8
1982	12,10	17,30	21,60	17,28	9,10	18,20	16,60	13,28	20,00	31,20	36,40	16,10	13,32	8,08	21,20	14,76	17,28	7,28	14,56	13,28	12,88	6,06
1983	8,85	15,50	18,30	14,64	19,50	39,00	17,10	13,68	39,00	23,80	25,80	10,70	10,40	11,24	24,80	16,00	14,64	15,60	31,20	13,68	8,56	8,43
1984	4,87	15,84	26,80	21,44	15,95	31,90	20,00	16,00	27,60	26,00	21,00	17,50	10,60	11,48	26,80	15,48	21,44	12,76	25,52	16,00	14,00	8,61
1985	5,30	18,40	22,30	17,84	16,10	32,20	31,20	24,96	24,00	30,00	24,00	19,80	24,56	9,16	24,08	13,12	17,84	12,88	25,76	24,96	15,84	6,87
1986	14,95	16,80	19,90	15,92	12,20	24,40	21,40	17,12	21,20	21,60	22,80	18,60	18,64	6,32	20,68	10,68	15,92	9,76	19,52	17,12	14,88	4,74
1987	7,60	13,54	27,20	21,76	10,65	21,30	18,35	14,88	22,60	20,40	26,00	16,60	13,52	5,88	16,00	7,96	21,76	8,52	17,04	14,88	13,28	4,41
1988	5,75	12,36	16,30	13,04	12,05	24,10	19,05	15,24	27,00	20,00	25,20	15,80	14,24	5,68	15,64	9,16	13,04	9,64	19,28	15,24	12,64	4,26
1989	9,50	21,00	23,60	18,88	11,00	22,00	20,50	16,40	36,80	22,40	24,60	20,20	15,16	8,72	29,56	15,92	18,88	8,80	17,60	16,40	16,16	6,54
1990	4,61	13,96	29,35	23,48	10,20	20,40	27,45	21,96	26,00	25,80	23,20	23,70	21,64	4,24	7,80	8,16	23,48	8,16	16,32	21,96	18,96	3,18
1991	10,35	18,96	15,90	12,72	11,15	22,30	26,25	21,00	33,60	35,00	22,60	25,80	17,36	8,72	19,32	12,48	12,72	8,92	17,84	21,00	20,64	6,54
1992	4,57	8,14	23,85	19,08	12,25	24,50	17,90	14,32	30,40	30,40	23,60	13,60	17,80	4,28	10,40	4,28	19,08	9,80	19,60	14,32	10,88	3,21
1993	11,75	16,92	25,95	20,76	13,15	26,30	24,20	19,36	34,20	22,40	52,00	24,80	21,68	5,28	18,88	13,24	20,76	10,52	21,04	19,36	19,84	4,71
1994	14,85	22,60	24,60	19,68	14,00	28,00	23,75	19,00	36,40	37,80	26,00	27,40	14,68	10,36	26,84	21,56	19,68	11,20	22,40	19,00	21,92	7,77
1995	7,05	17,78	33,75	27,00	12,30	24,60	23,60	18,88	27,20	30,60	21,20	21,20	21,80	8,52	24,64	13,92	27,00	9,84	19,68	18,88	16,96	6,39
1996	18,55	31,20	18,30	14,64	11,25	22,50	34,90	27,92	35,80	49,20	11,20	32,70	23,60	23,36	45,20	29,04	14,64	9,00	18,00	27,92	26,16	17,5
1997	10,35	15,96	17,05	13,64	9,20	18,40	16,70	13,36	20,00	23,20	38,00	19,20	25,40	8,24	20,24	11,00	13,64	7,36	14,72	13,36	15,36	6,18
1998	3,62	16,86	19,50	13,80	27,80	19,45	15,56	25,20	20,80	37,40	20,90	15,30	23,16	4,88	18,28	10,56	15,60	11,04	22,08	15,56	12,24	3,66
1999	5,15	16,92	32,80	26,24	10,05	20,90	16,72	26,00	24,80	30,60	16,60	15,12	5,04	17,36	10,52	26,24	8,04	16,08	16,72	13,28	3,78	
2000	13,60	22,20	26,35	21,08	11,60	23,20	40,85	32,68	52,60	44,80	22,80	36,40	11,64	11,60	18,80	19,96	21,08	9,28	18,56	32,68	30,72	8,7

Приложение 2

Исходные данные для установления потребностей в воде: площадь водосбора реки F , км²; модули q , л/(с·км²) и коэффициенты C_p и C_s минимального месячного стока за летне-осенний и зимний периоды; забор из верхнего $Q_{вв}$ и попуск в нижний $Q_{пб}$ бьефы, м³/с

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Площадь, F, км ²	5220	3330	618	4240	1460	3070	6840	6390	5160	4050	2160	5010	680	6200	1450	910	5260	2010	622	1044	805	810
q, мм/мес.	1,69	2,31	2,39	0,95	3,24	2,59	3,52	1,85	1,90	2,65	1,60	1,07	0,69	0,64	0,98	0,51	0,53	1,55	1,69	2,31	2,39	0,95
C _p	0,44	0,47	0,49	0,59	0,40	0,31	0,22	0,31	0,40	0,24	0,44	0,47	0,50	0,65	0,93	0,78	0,95	0,51	0,44	0,47	0,49	0,59
C _s	0,68	0,67	0,73	0,87	1,80	1,20	1,30	1,24	1,20	0,53	1,23	1,40	1,30	2,20	1,83	1,80	2,53	1,83	0,88	0,87	0,73	0,87
q, мм/мес.	1,22	2,55	3,34	1,90	4,50	2,69	3,74	1,37	2,30	3,08	1,31	1,12	1,10	1,10	1,25	1,08	1,12	2,02	1,22	2,25	3,34	1,90
Q _{вв} , м ³ /с	0,49	0,44	0,50	0,76	0,45	0,27	0,30	0,39	0,30	0,22	0,37	0,37	0,58	0,58	0,75	0,64	0,87	0,40	0,49	0,44	0,50	0,76
Q _{пб} , м ³ /с	1,23	0,37	0,90	1,52	0,90	0,53	0,60	1,00	0,40	0,47	0,87	0,93	1,16	1,13	1,30	0,87	1,74	1,60	1,23	0,37	0,90	1,52
IV-X	14,90	6,94	1,57	8,40	3,70	4,46	18,30	15,80	8,00	8,85	4,54	6,92	6,82	4,80	1,16	0,98	3,17	2,56	1,90	3,60	1,34	1,87
XI-III	7,47	3,47	0,78	4,20	1,85	3,23	9,21	9,04	4,00	4,59	2,35	3,59	0,42	2,40	0,60	0,51	2,64	1,52	1,50	1,80	0,72	0,86
IV-X	8,89	4,13	0,93	7,00	2,20	3,85	11,30	9,57	6,00	5,46	2,80	4,27	5,01	3,00	0,71	0,61	2,96	2,46	1,35	1,90	0,80	1,33
XI-III	4,62	2,15	0,49	3,60	1,15	2,00	5,69	4,98	2,00	2,84	1,46	2,22	2,26	1,60	0,37	0,32	2,02	1,68	0,96	0,90	1,10	0,53
Варианты	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
Площадь, F, км ²	739	1,278	21,20	2690	3100	666	2610	1665	3090	8480	2920	6140	3420	3195	10320	8100	4320	10020	3400	4100	7250	4550
q, мм/мес.	3,24	2,58	3,52	1,85	1,86	2,65	1,69	2,31	2,39	0,95	3,24	2,58	3,52	1,85	1,90	2,65	1,60	1,07	0,69	0,64	0,96	0,51
C _p	0,40	0,31	0,22	0,31	0,43	0,24	0,44	0,47	0,49	0,59	0,40	0,31	0,22	0,31	0,40	0,24	0,44	0,47	0,50	0,65	0,93	0,78
C _s	1,80	1,20	1,30	1,24	1,20	0,53	0,68	0,67	0,73	0,87	1,80	1,20	1,30	1,24	1,20	0,53	1,23	1,40	1,30	2,20	1,63	1,08
q, мм/мес.	4,50	2,68	3,74	1,37	2,25	3,08	1,22	2,55	3,34	1,90	4,50	2,68	3,74	1,37	2,30	3,08	1,50	1,31	1,12	1,10	1,25	1,08
Q _{вв} , м ³ /с	0,45	0,27	0,30	0,39	0,32	0,22	0,49	0,44	0,50	0,76	0,45	0,27	0,30	0,39	0,30	0,22	0,37	0,37	0,58	0,58	0,75	0,64
Q _{пб} , м ³ /с	0,90	0,53	0,60	1,00	0,43	0,47	1,23	0,37	0,90	1,52	0,90	0,53	0,60	1,00	0,40	0,47	0,87	0,93	1,16	1,13	1,30	0,87
IV-X	1,60	3,60	4,10	4,00	3,90	1,20	7,45	2,47	7,85	6,72	7,40	12,92	9,15	7,75	11,00	14,70	9,08	3,92	2,55	3,40	3,60	3,95
XI-III	1,20	1,80	2,20	3,10	2,80	0,80	3,74	1,74	3,90	3,36	3,70	6,46	4,76	4,02	6,00	9,18	4,70	3,59	1,30	1,90	3,00	2,55
IV-X	2,40	2,20	2,80	2,70	2,40	0,70	4,45	2,07	4,65	4,00	4,40	7,70	5,65	4,79	12,00	10,92	5,60	4,27	1,60	2,50	3,55	3,05
XI-III	0,90	1,20	1,70	1,50	1,20	0,40	2,31	1,08	2,45	2,08	2,30	4,00	2,85	2,49	6,00	5,68	2,92	2,22	0,80	1,20	2,85	1,60
Варианты	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
Площадь, F, км ²	2630	4020	2610	2086	2025	4050	3195	2556	4240	5160	6200	3530	2472	2720	5800	3640	2088	1620	3240	2556	2664	1300
q, мм/мес.	0,53	1,55	1,69	2,31	2,39	0,95	3,24	2,58	3,52	1,85	1,86	2,65	3,59	0,69	0,98	0,51	1,69	2,39	0,95	0,40	2,64	0,86
C _p	0,85	0,51	0,44	0,47	0,49	0,59	0,40	0,31	0,22	0,31	0,43	0,24	0,49	0,50	0,93	0,78	0,44	0,49	0,59	0,30	0,40	0,48
C _s	2,53	1,83	0,88	0,87	0,73	0,87	1,80	1,20	1,30	1,24	1,20	0,53	0,73	1,30	1,83	1,80	0,44	0,73	0,87	1,60	0,53	1,44
q, мм/мес.	1,18	2,02	1,22	2,55	3,34	1,90	4,50	2,68	3,74	1,37	2,25	3,08	3,94	1,12	1,25	1,08	1,22	3,34	1,90	4,50	3,08	1,11
Q _{вв} , м ³ /с	0,87	0,40	0,49	0,44	0,50	0,76	0,45	0,27	0,30	0,39	0,32	0,22	0,30	0,39	0,30	0,22	0,37	0,37	0,58	0,58	0,75	0,64
Q _{пб} , м ³ /с	1,74	1,60	1,23	0,37	0,90	1,52	0,90	0,53	0,60	1,00	0,43	0,47	0,90	1,16	1,30	0,87	1,23	0,90	0,76	0,49	0,50	0,54
C _p	1,59	4,72	6,00	5,60	4,20	6,85	6,00	8,20	6,00	8,80	7,80	6,00	6,28	2,40	4,64	3,96	5,40	3,36	5,48	4,20	4,80	2,2
C _s	0,82	6,76	5,50	3,60	2,25	5,40	5,00	3,60	4,40	4,20	3,80	4,00	3,12	1,04	2,40	2,04	2,40	1,80	2,72	3,60	3,20	0,64
Q _{вв} , м ³ /с	0,86	2,92	4,50	3,60	2,50	4,15	5,00	4,40	5,60	4,40	4,80	3,50	3,72	1,28	2,84	2,44	3,60	2,00	3,32	4,60	2,60	1,15
Q _{пб} , м ³ /с	0,51	2,52	3,00	2,20	1,65	3,45	4,50	2,40	2,80	3,00	2,40	3,50	3,72	1,66	1,48	1,28	2,40	1,32	1,96	3,60	1,60	0,42
XI-III																						

Приложение 3

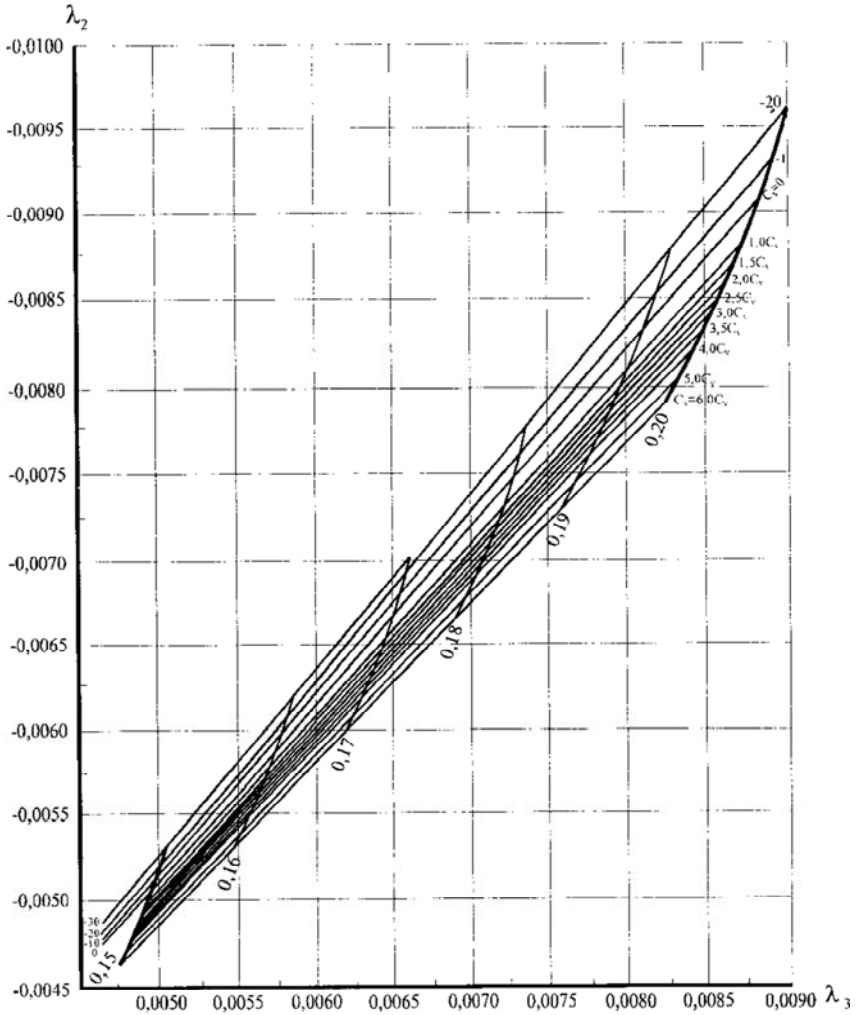
Расчетное распределение месячного стока рек в очень маловодные годы (в процентах от годового стока)

Номер варианта	Месячный сток											
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
1–5	4,8	55,8	21,6	4,6	2,1	1,4	1,3	2,0	3,1	1,3	1,1	0,9
6–10	9,8	33,3	19,1	5,8	3,7	2,8	3,4	5,5	6,5	4,3	3,1	2,7
11–15	18,6	55,7	6,4	3,2	1,4	0,7	1,0	2,9	4,4	3,1	1,6	1,0
16–20	17,0	24,7	10,1	5,7	3,9	4,4	3,5	4,4	6,5	8,8	6,1	4,9
21–27	16,9	26,5	11,8	7,1	5,3	4,7	4,3	4,8	6,0	5,5	3,9	3,2
28–30	6,5	63,5	13,3	2,5	1,8	1,4	1,7	2,1	2,6	1,8	1,5	1,3
31–35	17,8	33,8	8,4	3,9	2,5	2,1	2,2	3,5	6,0	8,5	5,4	5,9
36–40	16,5	28,6	9,0	3,8	4,1	4,4	4,9	4,7	5,7	7,3	5,3	5,7
41–45	17,5	49,0	5,0	3,3	2,2	1,9	2,5	2,9	5,7	4,2	3,1	2,7
46–50	18,6	47,6	6,5	4,5	2,6	1,9	2,1	3,6	4,9	3,4	2,3	2,0
51–55	25,5	43,3	13,4	2,4	1,7	1,2	1,2	1,4	2,2	4,0	2,4	1,3
56–60	20,9	42,0	8,2	3,2	1,6	1,3	2,1	3,6	6,4	4,6	3,6	2,5
61–66	43,4	21,7	8,1	4,1	1,8	1,3	1,9	4,6	6,1	3,4	2,0	1,6

Топографические характеристики речных долин

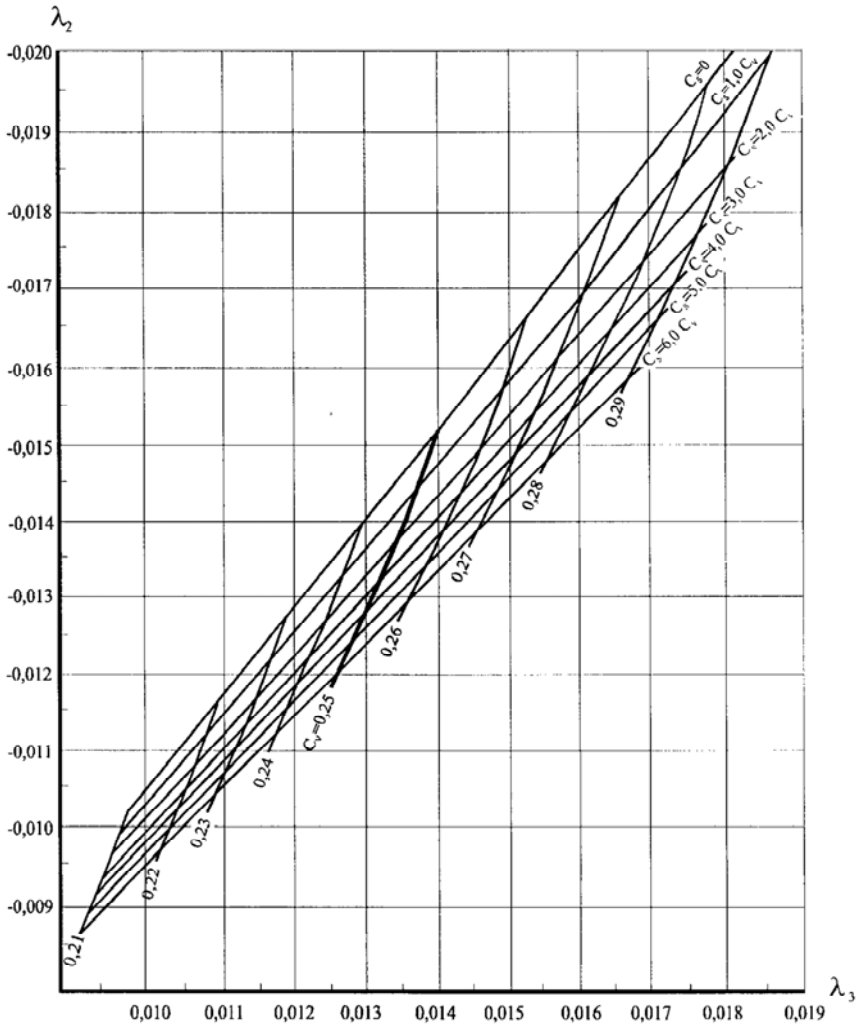
Номера вариантов	2, 6, 10, 26 27, 29, 31, 36, 43, 44, 46, 50, 52, 55, 61, 63–65	$H, \text{ м}$	157,5	160,0	162,5	165,0	170,0	175,0
		$\Omega, \text{ км}^2$	0	1,25	14,9	52,4	70,7	105
	1, 7, 8, 9, 12, 14, 32, 34, 35, 37–40, 51, 53, 54	$H, \text{ м}$	117,5	120,0	122,5	125,0	127,5	130,0
		$\Omega, \text{ км}^2$	0	1,04	18,7	50,4	75,0	128
	4, 5, 11, 17, 18, 20, 24, 25, 30, 33, 41, 42, 45, 47–49, 56–60, 62	$H, \text{ м}$	135,0	137,5	140,0	142,5	145,0	147,5
		$\Omega, \text{ км}^2$	0	4,53	11,0	18,1	35,9	82,4
	3, 13, 15, 16, 19, 21–23, 28, 66	$H, \text{ м}$	185,0	187,5	190,0	192,5	195,0	197,5
		$\Omega, \text{ км}^2$	0	2,54	7,86	12,3	17,2	24,7

**Номограммы для вычисления параметров
трехпараметрического гамма-распределения (C_V) и (C_S)
методом наибольшего правдоподобия при $C_V = 0,15-1,10$**

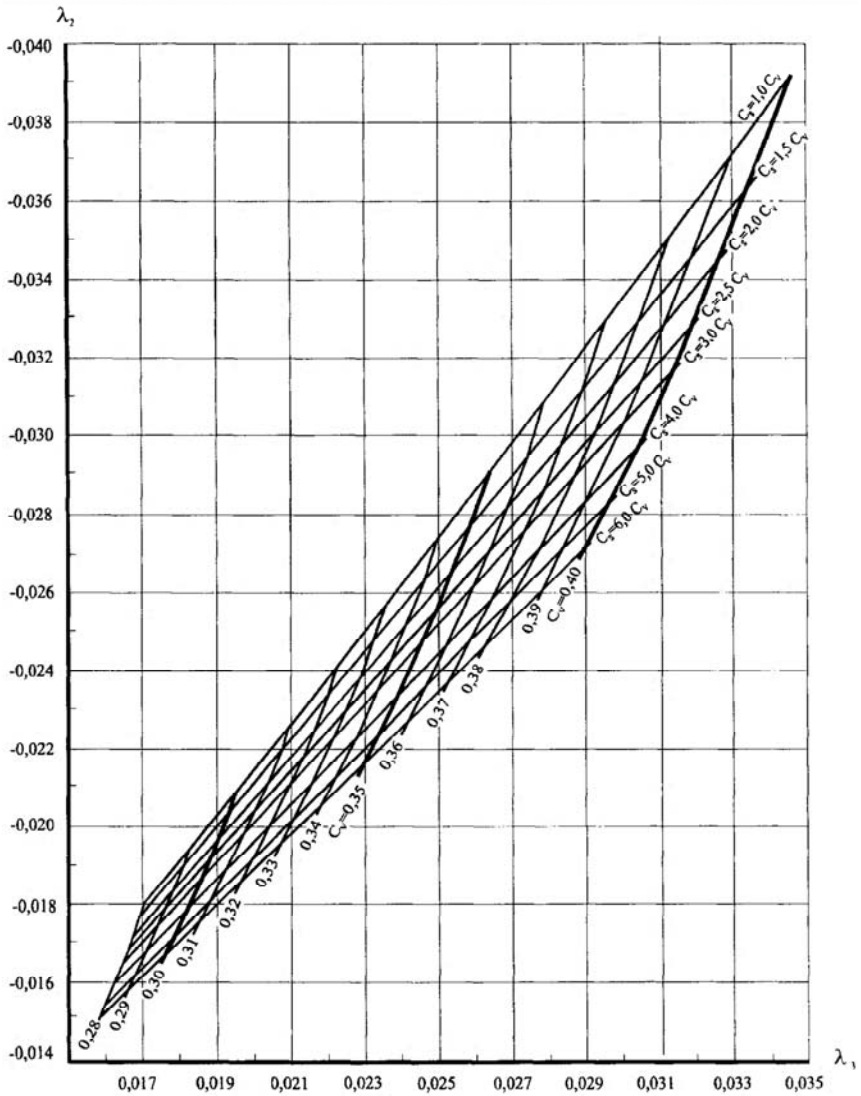


$C_V = 0,15-0,20$

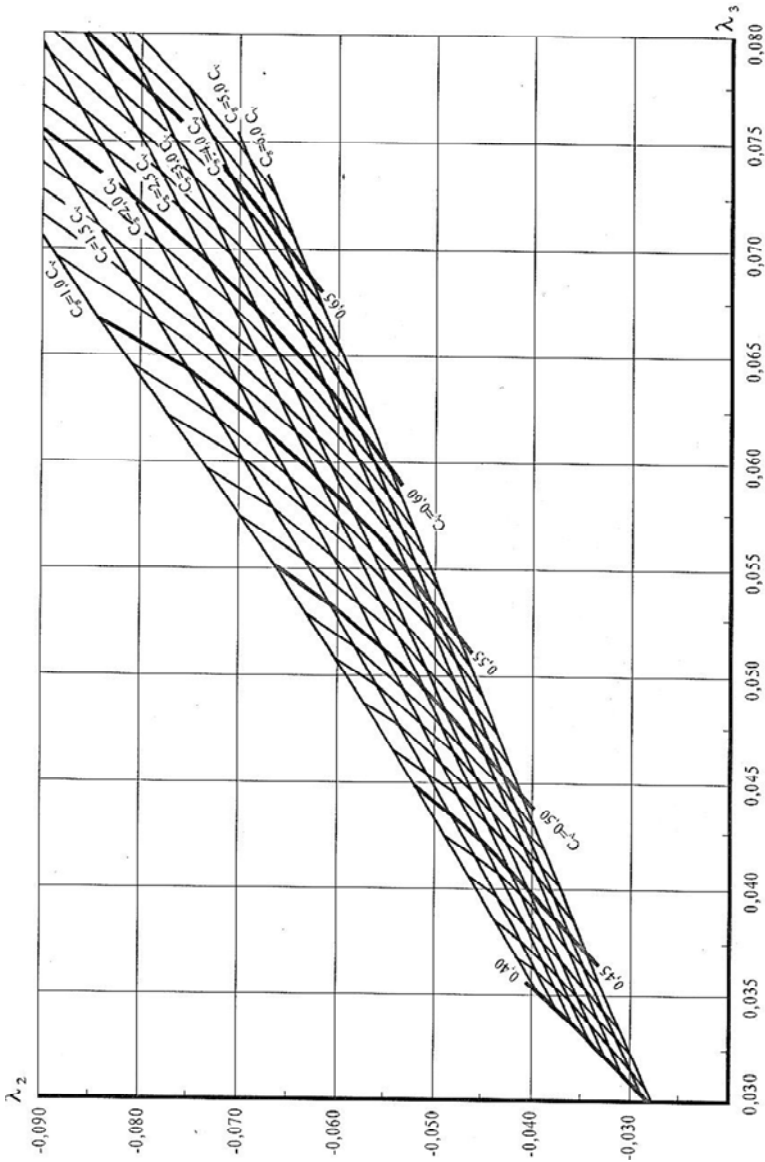
Продолжение прил. 5



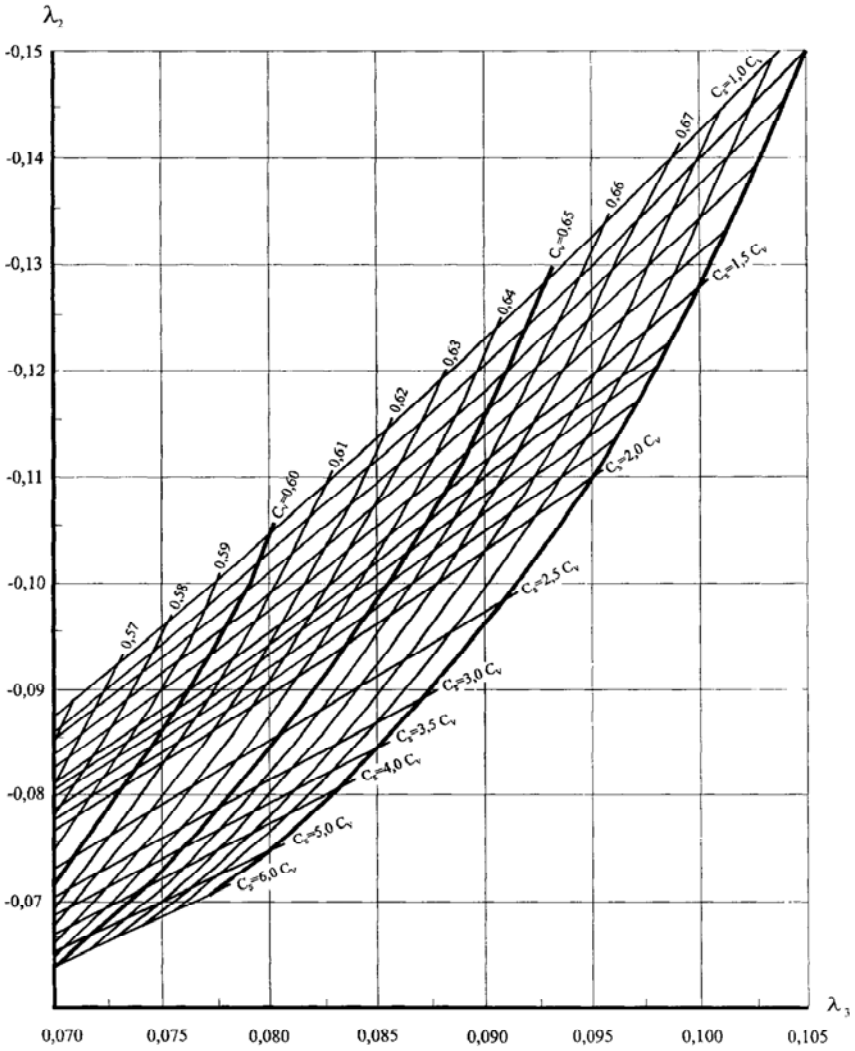
$C_V = 0,21-0,28$



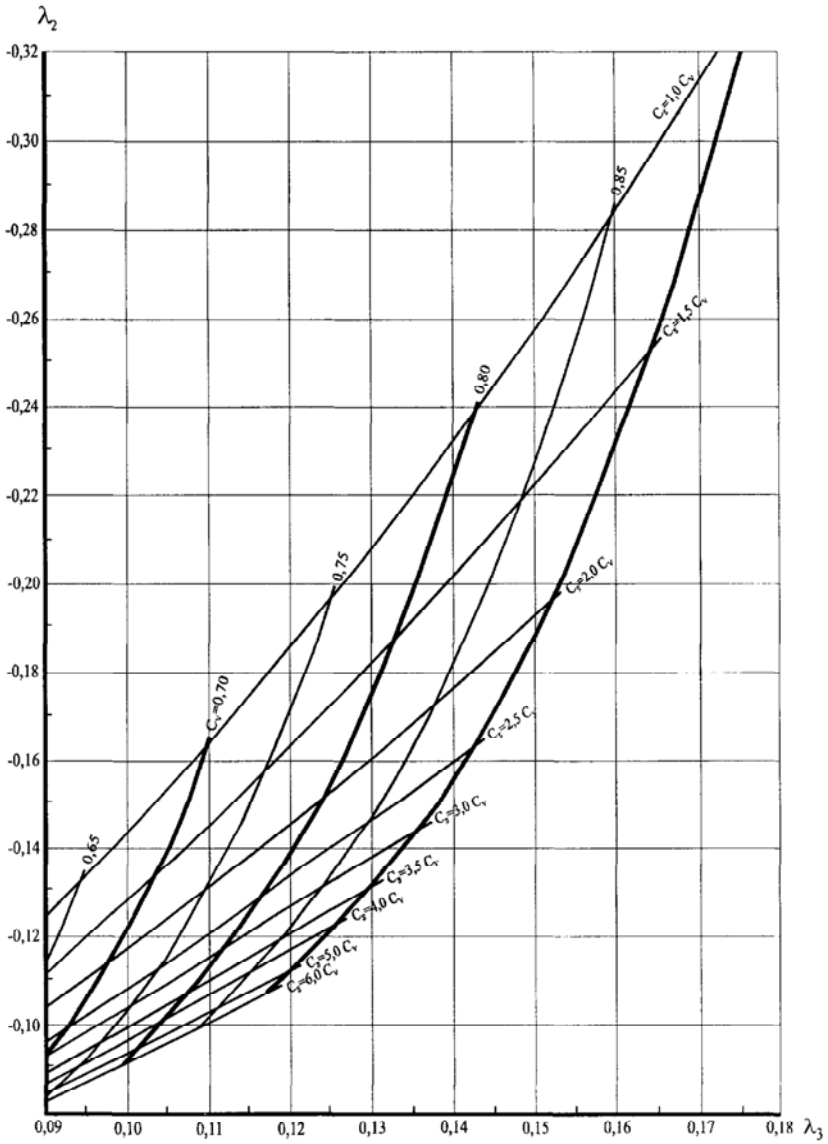
$C_V = 0,28-0,40$



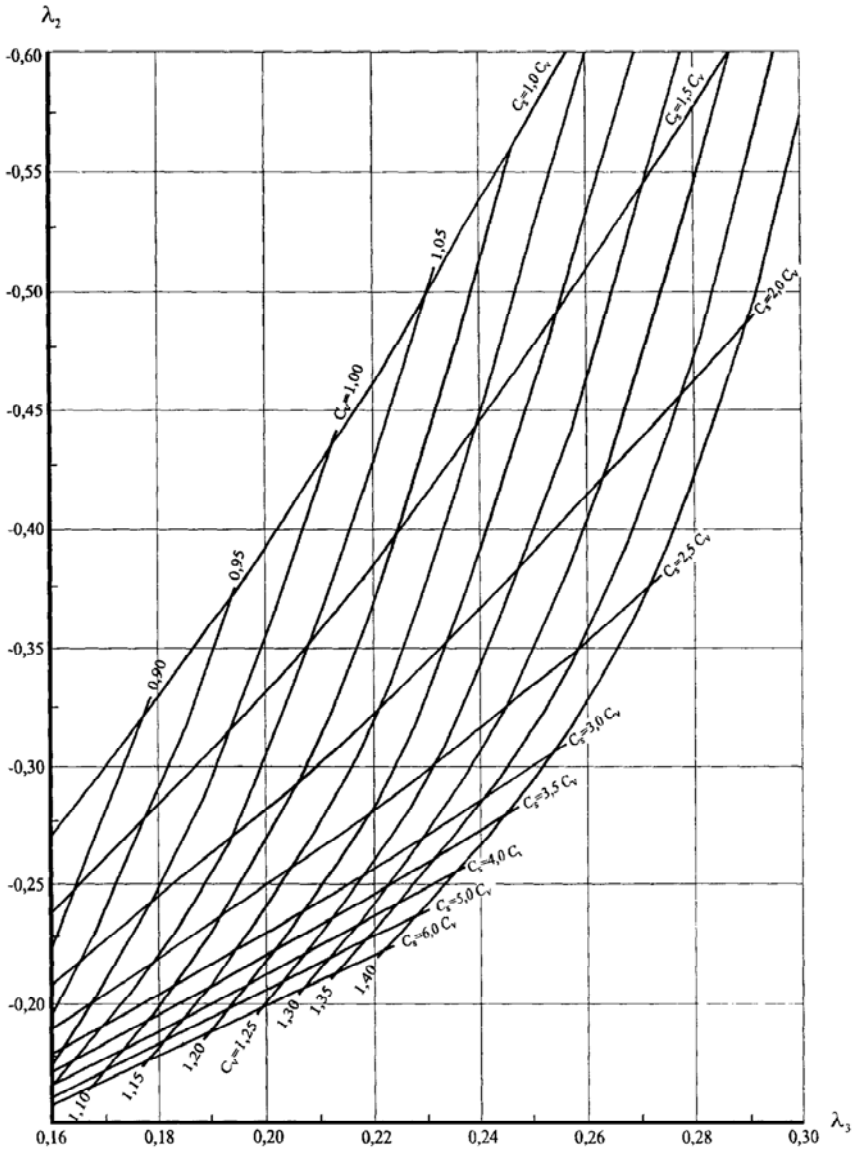
$C_V = 0,40-0,60$



$C_V = 0,60-0,70$



$C_\gamma = 0,60-0,90$



$C_V = 0,90-1,10$

Приложение 6

Ординаты (значения модульных коэффициентов) кривой трехпараметрического гамма-распределения

$P, \%$	C_V				
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
$C_S = 0$					
0,1	1,31	1,60	1,88	2,09	2,20
0,3	1,27	1,54	1,79	2,00	2,12
0,5	1,26	1,51	1,74	1,95	2,08
1	1,23	1,46	1,68	1,87	2,01
3	1,19	1,37	1,56	1,73	1,88
5	1,16	1,33	1,49	1,65	1,80
10	1,13	1,26	1,39	1,52	1,66
20	1,08	1,17	1,26	1,36	1,47
25	1,07	1,14	1,21	1,29	1,39
30	1,05	1,11	1,16	1,23	1,31
40	1,03	1,05	1,08	1,12	1,16
50	1,00	1,00	1,00	1,01	1,01
60	0,975	0,949	0,923	0,895	0,855
70	0,947	0,894	0,838	0,775	0,690
75	0,932	0,864	0,792	0,709	0,603
80	0,916	0,830	0,740	0,637	0,511
90	0,872	0,742	0,606	0,459	0,305
95	0,835	0,670	0,501	0,331	0,182
97	0,812	0,624	0,436	0,261	0,125
99	0,768	0,540	0,326	0,156	0,055
99,5	0,743	0,494	0,271	0,112	0,033
99,7	0,726	0,464	0,237	0,088	0,023
99,9	0,693	0,405	0,178	0,053	0,010

Продолжение прил. 6

P, %	C_V						
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$C_S = 0,5 C_V$							
0,1	1,31	1,63	1,95	2,25	2,5	2,69	2,74
0,3	1,28	1,56	1,85	2,12	2,36	2,55	2,64
0,5	1,26	1,53	1,79	2,05	2,28	2,48	2,59
1	1,24	1,48	1,72	1,95	2,17	2,37	2,5
3	1,19	1,38	1,58	1,78	1,97	2,16	2,33
5	1,17	1,33	1,51	1,68	1,86	2,03	2,22
10	1,13	1,26	1,39	1,53	1,67	1,83	2,01
20	1,08	1,17	1,25	1,35	1,44	1,56	1,7
25	1,07	1,13	1,2	1,27	1,35	1,45	1,56
30	1,05	1,1	1,16	1,21	1,27	1,34	1,42
40	1,02	1,05	1,07	1,1	1,12	1,15	1,16
50	0,999	0,997	0,993	0,988	0,98	0,962	0,92
60	0,974	0,946	0,915	0,881	0,839	0,78	0,69
70	0,947	0,882	0,834	0,769	0,693	0,596	0,476
75	0,932	0,862	0,789	0,709	0,615	0,503	0,376
80	0,915	0,829	0,74	0,643	0,533	0,409	0,282
90	0,872	0,744	0,615	0,48	0,343	0,215	0,115
95	0,837	0,676	0,517	0,362	0,221	0,113	0,047
97	0,814	0,633	0,458	0,295	0,16	0,07	0,024
99	0,772	0,554	0,354	0,189	0,08	0,025	0,006
99,5	0,748	0,511	0,302	0,144	0,051	0,013	0,002
99,7	0,732	0,482	0,269	0,117	0,037	0,008	0,001
99,9	0,7	0,428	0,21	0,076	0,019	0,003	0

Продолжение прил. 6

P, %	C_V										
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$C_S = C_V$											
0,1	1	1,32	1,67	2,03	2,4	2,77	3,13	3,48	3,82	4,13	4,42
0,3	1	1,28	1,59	1,91	2,23	2,56	2,89	3,21	3,53	3,84	4,14
0,5	1	1,27	1,55	1,84	2,15	2,46	2,77	3,08	3,38	3,69	3,99
1	1	1,24	1,49	1,76	2,03	2,3	2,59	2,88	3,16	3,46	3,75
3	1	1,19	1,39	1,6	1,82	2,04	2,27	2,5	2,75	3,01	3,29
5	1	1,17	1,34	1,52	1,7	1,9	2,1	2,3	2,53	2,76	3,02
10	1	1,13	1,26	1,4	1,54	1,68	1,83	1,99	2,16	2,35	2,55
20	1	1,08	1,17	1,25	1,34	1,42	1,51	1,6	1,7	1,8	1,9
25	1	1,07	1,13	1,2	1,26	1,33	1,39	1,46	1,52	1,59	1,64
30	1	1,05	1,1	1,15	1,2	1,24	1,29	1,33	1,37	1,39	1,4
40	1	1,02	1,04	1,06	1,08	1,09	1,1	1,1	1,08	1,05	0,995
50	1	0,998	0,993	0,985	0,972	0,954	0,928	0,891	0,836	0,76	0,665
60	1	0,973	0,943	0,909	0,87	0,824	0,768	0,698	0,613	0,512	0,406
70	1	0,946	0,89	0,83	0,764	0,692	0,609	0,515	0,413	0,309	0,215
75	1	0,932	0,861	0,787	0,708	0,622	0,528	0,426	0,321	0,224	0,144
80	1	0,915	0,829	0,74	0,648	0,549	0,445	0,338	0,237	0,151	0,088
90	1	0,873	0,748	0,623	0,5	0,378	0,264	0,165	0,092	0,045	0,019
95	1	0,838	0,683	0,533	0,392	0,263	0,157	0,081	0,036	0,013	0,004
97	1	0,816	0,642	0,478	0,329	0,202	0,107	0,048	0,018	0,005	0,001
99	1	0,775	0,568	0,383	0,229	0,115	0,047	0,015	0,004	0,001	0,0001
99,5	1	0,752	0,528	0,335	0,182	0,081	0,028	0,008	0,002	0,0002	0,00003
99,7	1	0,737	0,502	0,303	0,154	0,062	0,019	0,004	0,001	0,00009	0,00001
99,9	1	0,707	0,451	0,247	0,108	0,036	0,008	0,001	0,0002	0,00001	0,000002

Продолжение прил. 6

P, %	C_V									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$C_S = 1,5 C_V$										
0,1	1,33	1,70	2,11	2,54	3,02	3,52	4,06	4,62	5,22	5,84
0,3	1,29	1,61	1,97	2,34	2,74	3,17	3,62	4,10	4,61	5,14
0,5	1,27	1,57	1,90	2,24	2,61	3,00	3,41	3,85	4,31	4,80
1	1,24	1,51	1,79	2,09	2,42	2,76	3,11	3,49	3,89	4,30
3	1,19	1,40	1,62	1,85	2,09	2,34	2,60	2,88	3,16	3,46
5	1,17	1,35	1,53	1,72	1,92	2,13	2,34	2,57	2,80	3,03
10	1,13	1,26	1,40	1,54	1,68	1,82	1,97	2,11	2,26	2,41
20	1,08	1,16	1,25	1,32	1,40	1,47	1,54	1,61	1,67	1,72
25	1,07	1,13	1,19	1,25	1,30	1,35	1,39	1,43	1,46	1,48
30	1,05	1,10	1,14	1,18	1,21	1,24	1,27	1,28	1,28	1,28
40	1,02	1,04	1,06	1,06	1,06	1,06	1,05	1,03	0,994	0,952
50	0,998	0,990	0,977	0,958	0,934	0,902	0,862	0,814	0,756	0,69
60	0,972	0,940	0,903	0,860	0,812	0,757	0,695	0,627	0,553	0,475
70	0,946	0,888	0,826	0,760	0,690	0,616	0,538	0,457	0,376	0,298
75	0,931	0,860	0,785	0,708	0,630	0,545	0,46	0,377	0,297	0,223
80	0,915	0,829	0,741	0,652	0,562	0,472	0,384	0,299	0,223	0,156
90	0,874	0,751	0,632	0,518	0,409	0,31	0,222	0,148	0,092	0,053
95	0,840	0,689	0,548	0,419	0,305	0,207	0,13	0,074	0,038	0,018
97	0,819	0,651	0,498	0,363	0,247	0,155	0,088	0,045	0,02	0,008
99	0,780	0,581	0,410	0,268	0,160	0,084	0,038	0,015	0,005	0,001

Продолжение прил. 6

P, %	C_V										
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$C_S = 2 C_V$											
0,1	1	1,34	1,73	2,19	2,70	3,27	3,87	4,56	5,30	6,08	6,91
0,3	1	1,30	1,64	2,02	2,45	2,91	3,42	3,96	4,55	5,16	5,81
0,5	1	1,28	1,59	1,94	2,32	2,74	3,20	3,68	4,19	4,74	5,30
1	1	1,25	1,52	1,82	2,16	2,51	2,89	3,29	3,71	4,15	4,60
3	1	1,20	1,41	1,64	1,87	2,13	2,39	2,66	2,94	3,21	3,51
5	1	1,17	1,35	1,54	1,74	1,94	2,15	2,36	2,57	2,78	3,00
10	1	1,13	1,26	1,40	1,54	1,67	1,80	1,94	2,06	2,19	2,30
20	1	1,08	1,16	1,24	1,31	1,38	1,44	1,50	1,54	1,58	1,61
25	1	1,06	1,13	1,18	1,23	1,28	1,31	1,34	1,37	1,38	1,39
30	1	1,05	1,09	1,13	1,16	1,19	1,21	1,22	1,22	1,22	1,20
40	1	1,02	1,04	1,05	1,05	1,04	1,03	1,01	0,984	0,955	0,916
50	1	0,997	0,986	0,970	0,948	0,918	0,886	0,846	0,800	0,748	0,693
60	1	0,972	0,938	0,898	0,852	0,803	0,748	0,692	0,632	0,568	0,511
70	1	0,945	0,886	0,823	0,760	0,691	0,622	0,552	0,488	0,424	0,357
75	1	0,931	0,858	0,784	0,708	0,634	0,556	0,489	0,416	0,352	0,288
80	1	0,915	0,830	0,745	0,656	0,574	0,496	0,419	0,352	0,280	0,223
90	1	0,873	0,754	0,640	0,532	0,436	0,352	0,272	0,208	0,154	0,105
95	1	0,842	0,696	0,565	0,448	0,342	0,256	0,181	0,120	0,082	0,051
97	1	0,821	0,660	0,517	0,392	0,288	0,202	0,139	0,088	0,046	0,030
99	1	0,782	0,594	0,436	0,304	0,206	0,130	0,076	0,040	0,019	0,010
99,5	1	0,761	0,560	0,394	0,269	0,166	0,099	0,054	0,027	0,012	0,005
99,7	1	0,748	0,537	0,374	0,240	0,144	0,082	0,042	0,019	0,008	0,003
99,9	1	0,719	0,492	0,319	0,192	0,107	0,052	0,027	0,008	0,004	0,001

Продолжение прил. 6

P, %	C_V									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$C_S = 2,5 C_V$										
0,1	1,35	1,77	2,27	2,85	3,51	4,24	5,04	5,9	6,8	7,76
0,3	1,3	1,66	2,08	2,55	3,07	3,64	4,26	4,91	5,58	6,28
0,5	1,28	1,61	1,99	2,41	2,87	3,36	3,9	4,45	5,03	5,63
1	1,25	1,54	1,86	2,21	2,59	3	3,42	3,87	4,32	4,78
3	1,2	1,42	1,65	1,9	2,15	2,42	2,69	2,96	3,23	3,5
5	1,17	1,35	1,55	1,74	1,95	2,15	2,35	2,55	2,75	2,94
10	1,13	1,26	1,4	1,53	1,66	1,78	1,9	2,01	2,12	2,22
20	1,08	1,16	1,23	1,3	1,36	1,41	1,45	1,49	1,52	1,54
25	1,07	1,12	1,18	1,22	1,26	1,28	1,31	1,32	1,33	1,33
30	1,05	1,09	1,13	1,15	1,17	1,18	1,18	1,18	1,17	1,16
40	1,02	1,04	1,04	1,04	1,03	1,01	0,989	0,962	0,93	0,895
50	0,997	0,984	0,964	0,938	0,905	0,87	0,83	0,787	0,742	0,695
60	0,972	0,935	0,893	0,847	0,797	0,745	0,692	0,639	0,586	0,533
70	0,945	0,885	0,822	0,758	0,693	0,629	0,567	0,506	0,449	0,395
75	0,931	0,858	0,785	0,712	0,64	0,571	0,505	0,443	0,385	0,332
80	0,915	0,83	0,745	0,663	0,585	0,512	0,441	0,381	0,324	0,272
90	0,875	0,757	0,648	0,549	0,459	0,381	0,31	0,25	0,198	0,155
95	0,843	0,702	0,576	0,467	0,373	0,293	0,227	0,172	0,128	0,093
97	0,823	0,667	0,533	0,42	0,325	0,247	0,184	0,134	0,095	0,065
99	0,784	0,606	0,459	0,341	0,248	0,175	0,12	0,08	0,052	0,032

Продолжение прил. 6

P, %	C_V										
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$C_S = 3 C_V$											
0,1	1	1,36	1,81	2,35	3,01	3,74	4,56	5,44	6,38	7,37	8,41
0,3	1	1,31	1,69	2,12	2,65	3,21	3,82	4,48	5,17	5,88	6,61
0,5	1	1,28	1,63	2,03	2,48	2,97	3,5	4,06	4,64	5,24	5,84
1	1	1,25	1,55	1,9	2,26	2,66	3,07	3,5	3,96	4,41	4,87
3	1	1,2	1,42	1,66	1,91	2,17	2,43	2,69	2,95	3,21	3,47
5	1	1,17	1,36	1,55	1,75	1,95	2,14	2,34	2,52	2,7	2,88
10	1	1,13	1,26	1,4	1,52	1,65	1,76	1,87	1,97	2,06	2,15
20	1	1,08	1,16	1,23	1,29	1,34	1,38	1,42	1,45	1,47	1,49
25	1	1,07	1,12	1,17	1,21	1,24	1,26	1,28	1,28	1,29	1,29
30	1	1,05	1,09	1,12	1,14	1,15	1,16	1,16	1,15	1,14	1,13
40	1	1,02	1,03	1,03	1,03	1,01	0,995	0,972	0,946	0,915	0,883
50	1	0,997	0,981	0,959	0,93	0,898	0,862	0,823	0,783	0,741	0,699
60	1	0,972	0,933	0,89	0,843	0,794	0,745	0,695	0,646	0,597	0,549
70	1	0,945	0,884	0,822	0,758	0,696	0,636	0,578	0,523	0,471	0,422
75	1	0,931	0,858	0,786	0,715	0,647	0,583	0,522	0,465	0,412	0,363
80	1	0,915	0,83	0,748	0,669	0,596	0,528	0,465	0,407	0,354	0,306
90	1	0,876	0,761	0,656	0,563	0,479	0,406	0,341	0,284	0,235	0,193
95	1	0,844	0,708	0,588	0,487	0,4	0,326	0,263	0,21	0,166	0,129
97	1	0,825	0,675	0,548	0,443	0,355	0,282	0,221	0,171	0,131	0,099
99	1	0,786	0,618	0,484	0,369	0,283	0,213	0,158	0,116	0,083	0,058
99,5	1	0,769	0,588	0,446	0,334	0,249	0,182	0,131	0,092	0,064	0,043
99,7	1	0,756	0,568	0,422	0,312	0,228	0,163	0,114	0,079	0,053	0,034
99,9	1	0,732	0,531	0,381	0,273	0,192	0,131	0,088	0,057	0,036	0,022

Продолжение прил. 6

P, %	C_V									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$C_S = 3,5 C_V$										
0,1	1,37	1,84	2,43	3,14	3,93	4,79	5,75	6,77	7,82	8,90
0,3	1,31	1,71	2,16	2,75	3,36	4,00	4,67	5,36	6,08	6,83
0,5	1,29	1,65	2,07	2,55	3,06	3,62	4,18	4,76	5,35	5,97
1	1,25	1,57	1,93	2,31	2,71	3,13	3,56	4,00	4,45	4,90
3	1,20	1,43	1,68	1,93	2,18	2,43	2,68	2,94	3,19	3,43
5	1,17	1,36	1,56	1,75	1,94	2,13	2,31	2,49	2,66	2,83
10	1,13	1,26	1,39	1,52	1,63	1,74	1,84	1,93	2,02	2,10
20	1,08	1,16	1,22	1,28	1,32	1,36	1,39	1,42	1,44	1,45
25	1,07	1,12	1,16	1,20	1,22	1,24	1,25	1,26	1,26	1,26
30	1,05	1,08	1,11	1,13	1,14	1,14	1,14	1,13	1,12	1,11
40	1,02	1,03	1,03	1,02	1,00	0,984	0,96	0,935	0,907	0,877
50	0,997	0,978	0,954	0,925	0,892	0,856	0,819	0,781	0,742	0,703
60	0,972	0,931	0,887	0,841	0,793	0,745	0,698	0,652	0,606	0,562
70	0,945	0,883	0,821	0,760	0,700	0,643	0,588	0,537	0,488	0,442
75	0,931	0,858	0,787	0,719	0,654	0,593	0,536	0,482	0,432	0,386
80	0,915	0,831	0,751	0,676	0,606	0,541	0,482	0,427	0,377	0,332
90	0,877	0,764	0,664	0,576	0,496	0,427	0,366	0,311	0,263	0,221
95	0,840	0,713	0,600	0,504	0,422	0,351	0,290	0,239	0,195	0,158
97	0,827	0,683	0,563	0,463	0,380	0,309	0,249	0,201	0,160	0,126
99	0,788	0,629	0,499	0,396	0,312	0,244	0,186	0,145	0,110	0,082

Продолжение прил. 6

P, %	C_V										
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$C_S = 4 C_V$											
0,1	0	1,38	1,88	2,53	3,29	4,15	5,07	6,05	7,08	8,15	9,26
0,3	0	1,32	1,74	2,24	2,82	3,44	4,09	4,79	5,50	6,22	6,96
0,5	0	1,29	1,67	2,12	2,61	3,13	3,68	4,26	4,85	5,43	6,03
1	0	1,25	1,58	1,94	2,31	2,75	3,17	3,59	4,03	4,47	4,91
3	0	1,20	1,44	1,68	1,93	2,18	2,43	2,68	2,92	3,16	3,39
5	0	1,17	1,36	1,56	1,75	1,94	2,12	2,29	2,46	2,62	2,78
10	0	1,13	1,26	1,39	1,51	1,62	1,72	1,81	1,90	1,98	2,05
20	0	1,08	1,15	1,22	1,27	1,31	1,34	1,37	1,40	1,41	1,42
25	0	1,07	1,12	1,16	1,19	1,21	1,23	1,24	1,24	1,24	1,24
30	0	1,05	1,08	1,11	1,12	1,13	1,13	1,13	1,12	1,11	1,10
40	0	1,02	1,02	1,02	1,01	0,996	0,967	0,954	0,929	0,902	0,873
50	0	0,997	0,976	0,950	0,920	0,888	0,853	0,818	0,781	0,744	0,707
60	0	0,972	0,929	0,885	0,839	0,793	0,747	0,702	0,658	0,614	0,572
70	0	0,945	0,883	0,821	0,761	0,704	0,649	0,597	0,548	0,501	0,457
75	0	0,931	0,858	0,788	0,722	0,660	0,601	0,546	0,495	0,448	0,403
80	0	0,915	0,832	0,754	0,681	0,614	0,553	0,496	0,443	0,395	0,351
90	0	0,877	0,767	0,671	0,586	0,511	0,444	0,384	0,331	0,284	0,243
95	0	0,846	0,719	0,611	0,519	0,440	0,372	0,312	0,261	0,217	0,180
97	0	0,829	0,690	0,576	0,481	0,400	0,332	0,274	0,224	0,182	0,147
99	0	0,790	0,638	0,516	0,417	0,336	0,269	0,214	0,168	0,132	0,102
99,5	0	0,776	0,612	0,485	0,386	0,305	0,239	0,186	0,144	0,110	0,083
99,7	0	0,762	0,594	0,466	0,366	0,286	0,221	0,170	0,129	0,097	0,072
99,9	0	0,742	0,561	0,430	0,331	0,252	0,189	0,141	0,104	0,075	0,054

Продолжение прил. 6

P, %	C_V									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$C_S = 4,5 C_V$										
0,1	1,38	1,92	2,61	3,41	4,30	5,25	6,26	7,31	8,40	9,53
0,3	1,33	1,76	2,29	2,88	3,52	4,18	4,87	5,58	6,31	7,06
0,5	1,30	1,69	2,15	2,66	3,19	3,74	4,31	4,89	5,48	6,08
1	1,27	1,59	1,97	2,36	2,77	3,19	3,61	4,04	4,47	4,90
3	1,21	1,44	1,69	1,93	2,18	2,42	2,66	2,90	3,12	3,35
5	1,18	1,37	1,56	1,75	1,93	2,10	2,27	2,44	2,59	2,74
10	1,13	1,26	1,39	1,50	1,60	1,70	1,79	1,88	1,95	2,02
20	1,08	1,15	1,21	1,26	1,30	1,33	1,36	1,38	1,40	1,41
25	1,06	1,11	1,15	1,18	1,20	1,21	1,22	1,23	1,23	1,23
30	1,05	1,08	1,10	1,11	1,12	1,12	1,12	1,11	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
50	0,993	0,974	0,947	0,917	0,885	0,851	0,817	0,782	0,746	0,711
60	0,968	0,928	0,883	0,838	0,793	0,749	0,705	0,663	0,621	0,581
70	0,943	0,882	0,822	0,763	0,708	0,655	0,605	0,557	0,512	0,469
75	0,930	0,858	0,790	0,726	0,666	0,609	0,556	0,506	0,460	0,417
80	0,915	0,833	0,757	0,687	0,622	0,562	0,507	0,456	0,409	0,366
90	0,878	0,771	0,677	0,596	0,523	0,458	0,399	0,347	0,301	0,260
95	0,849	0,724	0,620	0,532	0,455	0,388	0,330	0,279	0,235	0,197
97	0,831	0,696	0,587	0,495	0,417	0,350	0,292	0,242	0,200	0,165
99	0,798	0,648	0,530	0,435	0,355	0,289	0,233	0,187	0,149	0,118
99,5	0,781	0,622	0,502	0,405	0,326	0,260	0,206	0,162	0,127	0,098
99,7	0,769	0,606	0,483	0,386	0,307	0,242	0,190	0,147	0,113	0,086
99,9	0,746	0,575	0,449	0,352	0,274	0,211	0,161	0,122	0,091	0,067

Продолжение прил. 6

P, %	C_V								
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$C_S = 5 C_V$									
0,1	1,40	1,95	2,66	3,51	4,44	5,40	6,43	7,54	8,64
0,3	1,34	1,78	2,31	2,92	3,52	4,22	4,91	5,69	6,41
0,5	1,31	1,70	2,16	2,69	3,21	3,77	4,34	4,93	5,52
1	1,27	1,61	1,98	2,38	2,79	3,21	3,65	4,06	4,50
3	1,20	1,44	1,67	1,93	2,17	2,42	2,62	2,88	3,10
5	1,17	1,36	1,55	1,74	1,90	2,08	2,22	2,41	2,54
10	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	1,25	1,30	1,32	1,34	1,36	1,36
25	1,06	1,11	1,15	1,17	1,20	1,20	1,20	1,22	1,22
30	1,05	1,08	1,09	1,10	1,10	1,11	1,10	1,10	1,09
40	1,02	1,02	1,01	1,00	0,98	0,97	0,94	0,92	0,90
50	0,99	0,97	0,94	0,92	0,88	0,85	0,82	0,78	0,75
60	0,97	0,93	0,88	0,84	0,79	0,75	0,71	0,67	0,63
70	0,94	0,88	0,82	0,77	0,71	0,66	0,61	0,56	0,52
75	0,93	0,86	0,79	0,73	0,67	0,62	0,56	0,51	0,47
80	0,91	0,83	0,75	0,69	0,63	0,57	0,52	0,47	0,42
90	0,88	0,77	0,68	0,61	0,53	0,47	0,41	0,36	0,32
95	0,84	0,73	0,63	0,55	0,47	0,40	0,34	0,29	0,25
97	0,82	0,70	0,60	0,51	0,43	0,36	0,31	0,26	0,22
99	0,78	0,66	0,55	0,45	0,37	0,31	0,25	0,20	0,16
99,5	0,76	0,63	0,52	0,42	0,34	0,28	0,23	0,18	0,14
99,7	0,75	0,62	0,51	0,41	0,32	0,26	0,21	0,16	0,12
99,9	0,73	0,59	0,47	0,37	0,29	0,23	0,18	0,14	0,10

Продолжение прил. 6

P, %	C_V									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$C_S = 5,5C_V$										
0,1	1,4	1,99	2,75	3,62	4,55	5,54	6,56	7,63	8,73	9,87
0,3	1,34	1,81	2,37	2,99	3,64	4,31	4,99	5,70	6,42	7,15
0,5	1,31	1,73	2,21	2,73	3,26	3,81	4,37	4,94	5,52	6,11
1	1,27	1,62	2,00	2,40	2,81	3,21	3,63	4,04	4,46	4,87
3	1,21	1,45	1,69	1,93	2,17	2,40	2,63	2,86	3,08	3,29
5	1,18	1,37	1,56	1,74	1,91	2,08	2,24	2,39	2,54	2,68
10	1,13	1,26	1,38	1,48	1,58	1,68	1,76	1,84	1,91	1,98
20	1,08	1,15	1,20	1,24	1,28	1,31	1,33	1,36	1,37	1,38
25	1,06	1,11	1,14	1,16	1,18	1,20	1,21	1,21	1,21	1,21
30	1,04	1,07	1,09	1,10	1,10	1,11	1,10	1,10	1,09	1,07
40	1,02	1,02	1,01	0,997	0,981	0,963	0,942	0,920	0,896	0,870
50	0,991	0,970	0,942	0,912	0,881	0,850	0,817	0,784	0,751	0,717
60	0,967	0,925	0,882	0,838	0,795	0,753	0,711	0,671	0,632	0,594
70	0,943	0,882	0,823	0,768	0,715	0,664	0,616	0,570	0,527	0,486
75	0,929	0,859	0,794	0,732	0,675	0,621	0,570	0,522	0,478	0,436
80	0,915	0,835	0,762	0,696	0,634	0,577	0,523	0,474	0,429	0,387
90	0,880	0,777	0,689	0,612	0,542	0,479	0,422	0,370	0,325	0,284
95	0,852	0,734	0,637	0,553	0,479	0,413	0,355	0,304	0,260	0,222
97	0,835	0,708	0,606	0,520	0,444	0,377	0,319	0,269	0,226	0,190
99	0,804	0,664	0,555	0,464	0,386	0,319	0,262	0,214	0,175	0,142
99,5	0,788	0,641	0,529	0,437	0,358	0,291	0,236	0,189	0,152	0,121
99,7	0,777	0,626	0,513	0,419	0,340	0,274	0,219	0,174	0,138	0,108
99,9	0,757	0,599	0,482	0,388	0,309	0,244	0,191	0,148	0,114	0,088

Окончание прил. 6

P, %	C_V								
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$C_S = 6 C_V$									
0,1	1,41	2,02	2,80	3,68	4,58	5,54	6,57	7,63	8,79
0,3	1,35	1,83	2,38	2,98	3,64	4,31	5,00	5,66	6,38
0,5	1,32	1,74	2,22	2,73	3,26	3,82	4,38	4,93	5,51
1	1,29	1,63	2,01	2,40	2,81	3,22	3,63	4,03	4,44
3	1,21	1,45	1,68	1,92	2,14	2,38	2,60	2,82	3,04
5	1,18	1,37	1,55	1,73	1,89	2,05	2,20	2,36	2,51
10	1,14	1,26	1,37	1,47	1,56	1,66	1,73	1,82	1,90
20	1,08	1,14	1,19	1,23	1,27	1,30	1,32	1,34	1,36
25	1,07	1,10	1,13	1,16	1,18	1,19	1,20	1,21	1,20
30	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	0,99	0,98	0,96	0,94	0,92	0,89
50	0,99	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85	0,82	0,79	0,75
60	0,96	0,92	0,88	0,84	0,80	0,76	0,72	0,68	0,64
70	0,94	0,88	0,83	0,77	0,72	0,67	0,63	0,58	0,54
75	0,93	0,86	0,80	0,74	0,68	0,63	0,58	0,53	0,49
80	0,91	0,84	0,77	0,70	0,64	0,58	0,53	0,48	0,44
90	0,88	0,78	0,70	0,62	0,55	0,49	0,43	0,38	0,33
95	0,85	0,74	0,65	0,56	0,49	0,43	0,37	0,32	0,27
97	0,83	0,72	0,62	0,53	0,46	0,39	0,33	0,28	0,24
99	0,80	0,67	0,57	0,48	0,40	0,33	0,28	0,23	0,19
99,5	0,78	0,65	0,55	0,45	0,37	0,31	0,25	0,20	0,17
99,7	0,76	0,64	0,53	0,43	0,36	0,29	0,24	0,19	0,15
99,9	0,75	0,61	0,50	0,40	0,33	0,26	0,21	0,16	0,12

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	3
1. ПОСТРОЕНИЕ МНОГОЛЕТНЕГО ГИДРОГРАФА, ЭМПИРИЧЕСКОЙ И АНАЛИТИЧЕСКОЙ КРИВЫХ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ГОДОВОГО СТОКА РЕКИ.....	5
1.1. Формирование статистического ряда. Построение многолетнего гидрографа годового стока	5
1.2. Определение среднемноголетнего расхода воды и модульных коэффициентов	7
1.3. Построение эмпирической и аналитической кривых обеспеченности	7
1.4. Определение среднеквадратической погрешности расчета параметров кривой обеспеченности	10
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММАРНЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ В ВОДЕ И ПРИТОКА ВОДЫ. ПОСТРОЕНИЕ ГИДРОГРАФА СРЕДНЕМЕСЯЧНЫХ РАСХОДОВ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ	11
2.1. Определение потребностей в воде, построение гидрографа водопотребления	11
2.2. Расчет среднемесячных расходов воды, построение гидрографа притока	13
3. РАСЧЕТ СЕЗОННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА БЕЗ УЧЕТА ПОТЕРЬ ВОДЫ	16
3.1. Расчет и построение морфометрических (батиграфических) кривых водохранилища.....	16
3.2. Расчет полезного объема водохранилища таблично-цифровым способом без учета потерь воды	18
3.3. Расчет заиления и мертвого объема водохранилища.....	20
4. РАСЧЕТ СЕЗОННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА С УЧЕТОМ ПОТЕРЬ ВОДЫ. ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА РАБОТЫ ВОДОХРАНИЛИЩА.....	22
4.1. Определение потерь воды из водохранилища	22

4.2. Расчет полезного объема водохранилища с учетом потерь воды и построение графика его работы	23
4.3. Определение сопряженных характеристик водохранилища и показателей регулирования стока	26
ЛИТЕРАТУРА	27
ПРИЛОЖЕНИЯ	28
Приложение 1. Хронологические ряды среднегодовых расходов воды в реках	28
Приложение 2. Исходные данные для установления потребностей в воде: площадь водосбора реки F , км ² ; модули q , л/(с·км ²) и коэффициенты C_v и C_s минимального месячного стока за летне-осенний и зимний периоды; забор из верхнего $Q_{ВВ}$ и попуск в нижний $Q_{НБ}$ бьефы, м ³ /с	31
Приложение 3. Расчетное распределение месячного стока рек в очень маловодные годы (в процентах от годового стока)	32
Приложение 4. Топографические характеристики речных долин	33
Приложение 5. Номограммы для вычисления параметров трехпараметрического гамма-распределения (C_V) и (C_S) методом наибольшего правдоподобия при $C_V = 0,15-1,10$	34
Приложение 6. Ординаты (значения модульных коэффициентов) кривой трехпараметрического гамма-распределения	41

Учебное издание

МИХНЕВИЧ Эдуард Иванович

РАСЧЕТ ВОДОХРАНИЛИЩА СЕЗОННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Пособие для студентов специальности
1-70 04 03 «Водоснабжение, водоотведение
и охрана водных ресурсов»

Редактор *А. С. Мокрушников*
Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 15.04.2021. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,55. Тираж 100. Заказ 132.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.