

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Инженерно-строительный институт
Кафедра водохозяйственное и гидротехническое строительство

Павлов С.Я., Скворцова О.С.

Гидрология, климатология, метеорология. Алгоритм расчёта максимальных
расходов дождевого паводка на малых реках.

Учебное пособие

Санкт-Петербург

2015

Содержание.

1. Введение	3
2. Необходимые исходные данные.	5
3. Порядок расчёта	5
4. Приложения	10
5. Литература	16

1. Введение

Данное пособие предназначено для гидрологических расчётов, относящихся к малым рекам РФ (в основном Северо-Запада Европейской части РФ). Пособие ориентировано на студентов строительных специальностей и специалистов-гидротехников, занимающихся проектированием на этих реках гидротехнических сооружений IV класса капитальности.

В гидрографической сети любого водосборного бассейна преобладают ручьи и малые реки. В России насчитывается свыше 2,5 миллионов малых рек, формирующих около половины суммарного объема речного стока; в их бассейнах проживает до 44% городского и почти 90% сельского населения страны.

Главная особенность формирования стока малых рек - их очень тесная связь с ландшафтом бассейна, что и обуславливает их уязвимость при чрезмерном использовании не только водных ресурсов, но и водосбора. Малые реки выполняют функции регулятора водного режима ландшафтов, поддерживая равновесие и перераспределение влаги.

Особенности малых рек необходимо учитывать при разработке мероприятий по их рациональному использованию. Одна из этих особенностей - ярко выраженная зависимость гидрологического режима от состояния поверхности водосбора; значение водосбора в ряде случаев, бывает существеннее климатических и погодных факторов. По этой же причине гидрологические показатели малых рек могут резко отличаться от среднестатистических зональных и районных. Вследствие этого, такие характеристики ландшафтов водосборов, как: лесистость, заболоченность, озерность и другие, приходится учитывать не только при гидрологических расчетах, но и при проектировании различных природо-и водоохранных мероприятий [8][9][10].

Другая, не менее важная особенность - то, что малые реки, являются начальным звеном речной сети, и все изменения в их режиме непременно отражаются во всей гидрографической цепи. В гидрологии нет четкого определения малой реки. Обобщая данные гидрологической литературы и современного опыта водохозяйствования, предлагается относить к малым – реки длиной до 250 км, водосборной площадью до 10000 км² и среднемноголетним расходом до 20 м³/с [8]. Важным отличием малой реки от крупной является глубина вреза. У малых рек она, как правило, меньше, поэтому малая река вскрывает и дренирует меньшее число подземных водоносных горизонтов. Это предопределяет, во-первых, меньшую в целом водность малых рек, а, следовательно, и повышенную реакцию на циклические колебания климата. На самых малых реках, с

площадью водосбора до 200 км², подъёмы паводков быстры и резки, часто неожиданны для населения.

Ресурсы малых рек активно используются в сельском хозяйстве. Кроме того, сейчас поставлена задача интенсивного освоения гидроресурсов с помощью малых ГЭС. Возрождение системы малой гидроэнергетики способно в значительной степени решить проблему электроснабжения малых и средних населённых пунктов Северо-Запада, а также внести значительный вклад в покрытие пиковых нагрузок всей энергосистемы региона.

Но для установления экологически и экономически обоснованных масштабов развития малой энергетики, строительства дорожной сети и мостовых переправ, использования водных ресурсов в сельском и городском хозяйстве необходимо, прежде всего, повысить изученность малых рек. При этом можно сочетать классические методы гидрологии, в том числе методы расчета стока неизученных рек, с натурными наблюдениями за стоком, то есть долговременным изучением речного режима на стационарных постах. На постах должна осуществляться система одновременных измерений уровней и расходов по длине реки и в устьях притоков.

В настоящее время всеми заинтересованными организациями отмечается недостаточность и малая достоверность информации о водных ресурсах малых рек, условиях их формирования. Особенно ощущается дефицит сведений по рекам-аналогам. Мало изучены и процессы формирования русел малых рек. В связи с этим проектирование водохозяйственных и мелиоративных объектов ведется на слабой гидрологической базе. Ситуация и в ближайшем будущем останется сложной: гидрометрические работы ведутся менее чем на 0,1% рек. На большинстве рек РФ никогда не было измерений стока, и, в ближайшем будущем, не предполагаются такие измерения. На 1000 малых рек РФ приходится один пост по сбору гидрологической информации. То есть малые реки либо не имеют рядов наблюдений, либо ряды короткие.

В настоящее время расчет максимальных расходов воды при отсутствии или недостаточности данных гидрометрических наблюдений, особенно для малых рек, встречает большие трудности и базируется, в основном, на эмпирических формулах, предложенных разными авторами в разное время. По области применения формулы часто носят региональный характер. По мнению авторов данного пособия, единственным юридически правильным подходом является использование официальных нормативных документов, к каковым относятся СНиП 2.01.14 и СП 33-101-2003 [1,2]. Оба документа являются нормативами, разработанными отечественными гидрологами на основе исследований последних десятилетий. Хотя формально действующим документом является

СП, в некоторых случаях СНиП дополняют СП. Поэтому в данной работе используются материалы из обоих источников.

К сожалению, методики, предлагаемые в [1,2] для определения максимальных расходов дождевых паводков, мало приспособлены для реальных расчётов. Зависимости для параметров, входящих в исходную формулу, разбросаны по всему объёму нормативного документа и неструктурированы применительно к поставленной задаче. Кроме того, в разделе, относящемся к нахождению максимальных расходов дождевого паводка при отсутствии данных наблюдений, в [1,2] невозможно найти формулы для определения некоторых параметров. Например, максимального суточного слоя осадков вероятностью превышения $P=1\%$, или же переходного коэффициента от максимальных срочных расходов воды ежегодной вероятности превышения к значениям другой вероятности превышения. В связи со всем вышесказанным, предлагается следующий алгоритм действий.

2. Необходимые исходные данные.

1. Координаты района бассейна малой реки.
2. $H'_{1\%}$ - максимальный суточный слой осадков вероятностью превышения $P=1\%$ (принимается по данным метеостанций, см. Приложение 2[3]).
3. A — площадь водосбора реки до расчётного створа, км^2 (картографическая информация).
4. S_i - площадь зеркала озера (используется в расчете в случае наличия озер в водосборе) км^2 ;
 A_i - площадь водосбора озера, км^2 (картографическая информация).
5. L – гидрографическая длина русла (картографическая информация).
6. I_p -средневзвешенный уклон русла водотока.
7. $I_{ск}$ - средний уклон склонов водосбора (картографическая информация обрабатывается по формуле 8).
8. Типы грунтов (геологическая информация).

3. Порядок расчёта

Сначала определяем, относится ли наша река к малым. Для этого воспользуемся Приложением 1[1], или рекомендациями [2], согласно которым к малым рекам относятся водотоки с водосборами площадью менее 200 км^2 .

Для нахождения максимальных мгновенных расходов воды дождевых паводков малых рек рекомендуется формула [1][2]

$$Q = q'_{1\%} \varphi H'_{1\%} \delta \lambda_{p\%} A (1),$$

где

$H'_{1\%}$ - максимальный суточный слой осадков вероятностью превышения $P=1\%$,

определяемый по данным ближайших метеостанций, имеющим наибольшую длительность наблюдений. При отсутствии данных метеостанций применяем данные, полученные по Приложению 2.

δ -коэффициент, учитывающий снижение максимального стока рек, зарегулированных проточными озёрами [1].

Для определения δ рекомендуются следующие формулы.

В [1] для определения δ предлагается использование формулы:

$$\delta = 1 / (1 + c A_{оз}) (2),$$

В [2] рекомендуется коэффициент δ определять по формуле:

$$\delta = 1 / (1 + C A_{оз}) (3)$$

Находим средневзвешенную озёрность $A_{оз}$ как:

$$A_{оз} = \sum_{i=1}^n (100 S_i A_i / A) \% (4)$$

где S_i - площадь зеркала озера, км²;

A_i - площадь водосбора озера, км²

Коэффициент c в формуле (2) принимается по рекомендуемому Приложению 4 [1] в зависимости от величины среднего многолетнего слоя весеннего стока h_0 , который определяется по Приложению 3 [5].

Коэффициент C в формуле (3) принимается равным 0,2 для лесной и лесостепной зон, 0,4 — для степной зоны.

Авторы считают не вполне корректным использование в формуле 2, относящейся к максимальному дождевому паводку, величины, зависящей от слоя стока весеннего половодья. Поэтому предпочтительней вести расчет по формуле 3 из [2].

При наличии в бассейне озёр, расположенных вне главного русла и основных притоков, величину коэффициента δ при $A_{оз}$: меньше 2% следует принимать равной 1; а при $A_{оз}$ больше 2%, равной 0,8 [1,2].

Влияние прудов, регулирующих меженный сток, при расчете максимальных дождевых расходов воды вероятностью превышения менее 5% не учитывают, а при $P \geq 5\%$ допускается уменьшение расчетного значения до 10 %.

$q'_{1\%}$ -максимальный модуль стока обеспеченностью 1%, выраженный в долях от произведения $\varphi H'_{1\%}$, при $\delta = 1$ [1]. Последовательность определения параметра $q'_{1\%}$ следующая.

Приложение 5 предлагает определять максимальный модуль стока $q'_{1\%}$, как функцию от района расположения водотока, времени склонового добега $\tau_{ск}$ и гидроморфологической характеристики Φ_p .

Район расположения водотока находится по Приложению 9.

Продолжительность склонового добега $\tau_{ск}$, мин, используемого в Приложении 5, допускается принимать в зависимости от природных зон равной следующим значениям:

тундра и лесная зона:

при заболоченности менее 20 %.....	60
при заболоченности от 20% до 40%.....	100
при заболоченности более 40 %.....	50
лесостепная зона.....	60
степная зона и зона засушливых степей.....	30
полупустынная зона.....	10
предгорные и горные районы.....	10

Определяем гидроморфометрическую характеристику русла исследуемой реки Φ_p .

По рекомендациям [1][2] этот параметр определяют по формуле

$$\Phi_p = 1000L/[m_p J_p^m A^{0,25} (\varphi H_{1\%})^{0,25}] \quad (5)$$

В формулу 5 входят следующие параметры.

L – гидрографическая длина русла, которая находится, как расстояние от истока реки до устья, измеренное вдоль реки. Измерение производится при помощи любой географической программы (SASPlanet, MapInfo Professional, Яндекс Карты), км.

A — площадь водосбора реки до расчётного створа, км².

I_p — средневзвешенный уклон русла водотока, представляющий собой условный выровненный уклон ломаного профиля, эквивалентный сумме частных средних уклонов профиля водотока, вычисляемый по формуле [1][2]

$$lg I_p = \sum_{i=1}^n [(l_i/L) lg I_i] \text{ или } I_p = \prod_{i=1}^n I_i^{l_i/L} \quad (6)$$

(I_i - частный средний уклон отдельных участков продольного профиля водотока, ‰;
 l_i - длина частных участков продольного профиля между точками перегиба, км).

Средневзвешенный уклон определяют только для незарегулированных водотоков с выраженными переломами дна, а также для участков рек, расположенных в нижних бьефах водохранилищ, также с выраженными переломами дна.

m_p (в [2] эта величина обозначена χ_p) и m — гидравлические параметры, характеризующие состояние и шероховатость русла водотока; определяют согласно Приложению 6[2]

φ - сборный коэффициент стока в формулах 1 и 5. По [2] при отсутствии рек-аналогов расчет коэффициента стока φ для равнинных рек проводится по формуле

$$\varphi = \frac{c_2}{(A+1)^{n_3}} \varphi_0 \left(\frac{I_{ск}}{50} \right)^{n_2} \quad (7)$$

В формулу 7 входят следующие параметры.

c_2 — эмпирический коэффициент, который для тундры и лесной зоны принимают равным 1,2, для остальных природных зон — 1,3.

φ_0 — сборный коэффициент стока для условного водосбора с площадью A , равной 10 км², и средним уклоном $I_{ск}$, равным 50 ‰; в первом приближении определяют по рекомендуемому в [4] Приложению 7.

$I_{ск}$, - для водотоков малых рек ($F < 200$ км²) средний уклон склонов водосбора $I_{ск}$, ‰; определяют по картам и планам в горизонталях по формуле [3]

$$I_{ск} = \left(h \sum_{i=1}^n l_i \right) / A \quad (8)$$

где

h — высота сечения рельефа, м;

$\sum_{i=1}^n l_i$ — сумма длин измеренных горизонталей в пределах водосбора, км.

Формулу можно использовать при $I_{ск}$ меньше 150 ‰ и больше 15 ‰.

Для водотоков со средним уклоном склонов более 150 ‰ сборный коэффициент стока φ рассчитывают по формуле 7 при $I_{ск}$, равном 150 ‰, а для водотоков со средним уклоном склонов менее 15 ‰ — при $I_{ск}$, равном 15 ‰.

n_2 — степенной коэффициент, определяемый в зависимости от механического состава почв и природной зоны [2] см. Приложение 7.

n_3 — степенной коэффициент; принимают для лесотундры и лесной зоны равным 0,07, для остальных природных зон — 0,11.

При различной крутизне склонов или значительной пестроте почвогрунтов, слагающих исследуемый водосбор, сборный коэффициент стока ϕ принимают как средневзвешенное значение.

Используя полученные параметры, определяем $q'_{1\%}$ по Приложению 5.

$\lambda_{p\%}$ — переходный коэффициент от максимальных срочных расходов воды ежегодной вероятности превышения $P = 1\%$ к значениям другой вероятности превышения при $P < 25\%$.

$$\lambda_{p\%} = Q_{p\%} / Q_{1\%}. \quad (9)$$

При отсутствии данных наблюдений используем Приложение 8 [1], в котором искомый переходный коэффициент $\lambda_{p\%}$ определяется как функция от площади водосбора, средней высоты водосбора и района расположения водотока, указанного в Приложении 10.

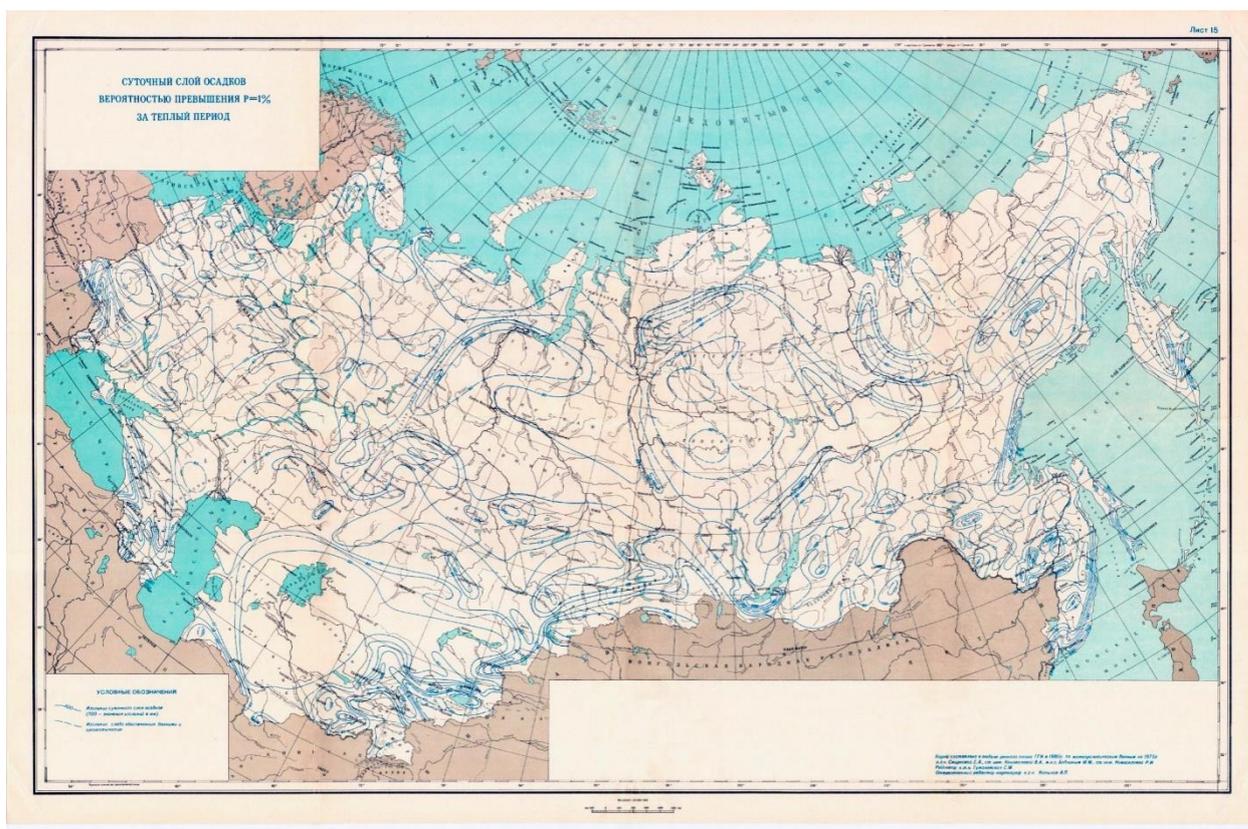
Таким образом, нами получены все параметры, необходимые для определения максимального расхода дождевого паводка заданной обеспеченности по формуле (1). Расчёт по данному алгоритму был подтверждён натурными наблюдениями на реке Винокурке (приток реки Ижоры) в створе «деревня Поги» летом 2015-го года.

Приложения

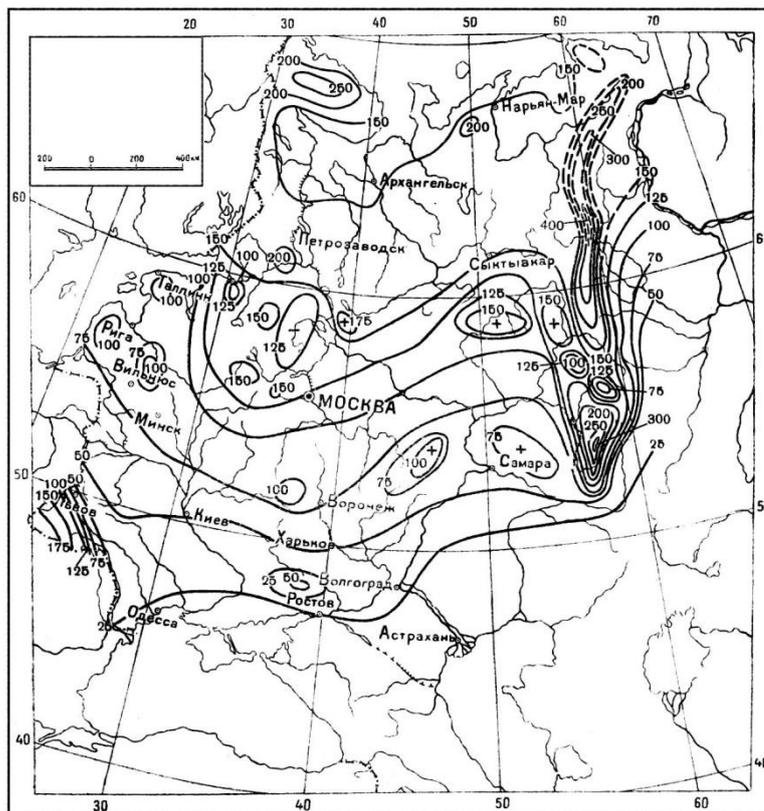
Приложение 1 Область применения формулы (1) предельной интенсивности стока.

Природная зона	Расчет производится по формуле предельной интенсивности стока (1) при площадях водосбора, км ²
Равнинная территория Тундровая и лесная Лесостепная Степная Засушливых степей Полупустынная	Менее 50 100 100 100 100
Горные районы ($500 < \bar{H}_в < 2000$), м Кавказ Карпаты Крым Прочие районы	100 100 200 100
Примечание. При проектировании сооружений на реках с площадями водосборов превышающими пределы, указанные в таблице, результаты расчетов должны проверяться инженерно-гидрометеорологическими изысканиями.	

Приложение 2 Карта изолиний для определения максимального суточного слоя осадков вероятности превышения P=1 %



Приложение 3 Карта изолиний среднего слоя весеннего стока h_0 (мм) (по Л.Т. Федорову)



ПРИЛОЖЕНИЕ 4 (РЕКОМЕНДУЕМОЕ) Значения коэффициента c в формуле (3)

h_0 , мм	100 и более	От 99 до 50	От 49 до 20	Менее 20
c	0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4

Приложение 5 (рекомендуемое) Максимальный модуль стока $q'_{1\%}$ ежегодной вероятности превышения $P=1\%$, выраженный в долях от произведения $\varphi N'_{1\%}$ при $\delta=1$

Районы кривых редукции осадков по Приложению 9	Продол- жительность склонового добегания τ _{ск} , мин	Максимальный модуль стока $q'_{1\%}$ при $\Phi_{\text{в}}$, равных																
		0	1	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	250	300
		7, 8, 10, 29	10	0,53	0,51	0,41	0,31	0,19	0,12	0,093	0,072	0,059	0,050	0,041	0,036	0,031	0,019	0,013
	30	0,35	0,33	0,26	0,21	0,14	0,10	0,080	0,064	0,053	0,045	0,038	0,034	0,030	0,018	0,013	0,010	0,0083
	60	0,19	0,18	0,16	0,14	0,11	0,082	0,066	0,054	0,047	0,040	0,035	0,031	0,028	0,018	0,013	0,010	0,0083
	100	0,12	0,12	0,11	0,10	0,084	0,070	0,058	0,048	0,041	0,036	0,032	0,028	0,026	0,017	0,012	0,0097	0,0081
	150	0,088	0,086	0,080	0,075	0,065	0,055	0,047	0,040	0,035	0,031	0,028	0,026	0,023	0,016	0,012	0,0094	0,0079
	200	0,070	0,068	0,065	0,060	0,055	0,050	0,039	0,034	0,031	0,028	0,025	0,023	0,021	0,015	0,011	0,0091	0,0076
5, 6, 14, 26, 33, 5в	10	0,52	0,47	0,37	0,28	0,16	0,11	0,084	0,066	0,054	0,045	0,038	0,034	0,030	0,019	0,013	0,010	0,0084
	30	0,27	0,26	0,22	0,18	0,13	0,094	0,073	0,059	0,049	0,042	0,037	0,032	0,029	0,018	0,013	0,010	0,0083
	60	0,17	0,16	0,14	0,13	0,096	0,077	0,062	0,052	0,044	0,038	0,033	0,030	0,027	0,017	0,013	0,010	0,0083
	100	0,11	0,11	0,10	0,090	0,074	0,060	0,051	0,045	0,039	0,035	0,031	0,028	0,025	0,017	0,013	0,010	0,0082
	150	0,082	0,080	0,075	0,070	0,060	0,050	0,045	0,038	0,034	0,030	0,028	0,025	0,023	0,016	0,012	0,0096	0,0080
	200	0,066	0,065	0,060	0,055	0,050	0,042	0,037	0,032	0,029	0,027	0,025	0,023	0,021	0,015	0,011	0,0091	0,0077
	10	0,45	0,42	0,32	0,25	0,15	0,10	0,076	0,060	0,050	0,043	0,037	0,033	0,030	0,018	0,014	0,011	0,0085
	30	0,25	0,24	0,21	0,17	0,12	0,085	0,067	0,054	0,046	0,040	0,035	0,031	0,028	0,018	0,013	0,010	0,0084
	60	0,16	0,15	0,14	0,12	0,088	0,070	0,058	0,049	0,042	0,036	0,032	0,029	0,026	0,017	0,013	0,010	0,0082
	100	0,11	0,10	0,095	0,085	0,068	0,058	0,050	0,047	0,038	0,033	0,030	0,027	0,024	0,017	0,013	0,010	0,0082
	150	0,075	0,074	0,070	0,065	0,055	0,045	0,043	0,038	0,034	0,030	0,027	0,025	0,023	0,016	0,012	0,0098	0,0080
	200	0,062	0,060	0,055	0,053	0,048	0,042	0,036	0,032	0,029	0,027	0,025	0,023	0,021	0,015	0,012	0,0094	0,0078
	10	0,32	0,29	0,22	0,16	0,10	0,072	0,057	0,046	0,040	0,034	0,031	0,028	0,025	0,018	0,013	0,010	0,0086
	30	0,16	0,15	0,14	0,12	0,083	0,064	0,052	0,044	0,038	0,034	0,030	0,027	0,025	0,017	0,013	0,010	0,0086
	60	0,11	0,11	0,10	0,085	0,066	0,055	0,046	0,039	0,035	0,031	0,028	0,026	0,024	0,016	0,013	0,010	0,0085
	100	0,075	0,074	0,070	0,065	0,053	0,045	0,040	0,035	0,032	0,029	0,026	0,024	0,022	0,016	0,012	0,010	0,0083
	150	0,060	0,059	0,056	0,053	0,046	0,040	0,035	0,031	0,028	0,026	0,024	0,022	0,021	0,015	0,012	0,0096	0,0081
	200	0,050	0,048	0,046	0,043	0,038	0,034	0,030	0,027	0,025	0,024	0,022	0,021	0,020	0,014	0,012	0,0095	0,0079
	10	0,42	0,38	0,30	0,22	0,13	0,090	0,068	0,055	0,046	0,038	0,034	0,030	0,027	0,018	0,013	0,010	0,0084
	30	0,23	0,22	0,18	0,15	0,10	0,076	0,061	0,050	0,042	0,036	0,032	0,029	0,026	0,018	0,013	0,010	0,0082
	60	0,14	0,13	0,12	0,10	0,079	0,064	0,052	0,044	0,038	0,033	0,030	0,027	0,024	0,017	0,013	0,010	0,0081
	100	0,093	0,090	0,082	0,076	0,062	0,052	0,045	0,039	0,035	0,031	0,028	0,025	0,023	0,016	0,013	0,010	0,0081
	150	0,069	0,068	0,064	0,059	0,052	0,045	0,039	0,034	0,030	0,027	0,025	0,023	0,021	0,016	0,012	0,0098	0,0079
	200	0,056	0,055	0,052	0,050	0,044	0,038	0,034	0,030	0,027	0,025	0,023	0,021	0,020	0,015	0,012	0,0096	0,0078
	10	0,22	0,20	0,15	0,12	0,076	0,058	0,047	0,040	0,035	0,031	0,028	0,026	0,024	0,017	0,013	0,010	0,0089
	30	0,12	0,12	0,10	0,087	0,065	0,052	0,043	0,038	0,034	0,030	0,027	0,025	0,023	0,016	0,013	0,010	0,0089
	60	0,087	0,85	0,075	0,070	0,065	0,046	0,040	0,035	0,031	0,028	0,026	0,024	0,022	0,016	0,013	0,010	0,0088
	100	0,065	0,064	0,059	0,055	0,045	0,040	0,035	0,032	0,029	0,027	0,025	0,023	0,021	0,016	0,012	0,010	0,0086
	150	0,051	0,050	0,048	0,045	0,040	0,036	0,032	0,029	0,027	0,025	0,023	0,021	0,020	0,015	0,012	0,010	0,0084
	200	0,045	0,044	0,042	0,040	0,035	0,031	0,028	0,026	0,024	0,022	0,021	0,020	0,019	0,014	0,012	0,0097	0,0082
	10	0,13	0,12	0,085	0,066	0,047	0,038	0,032	0,029	0,026	0,024	0,022	0,021	0,020	0,015	0,012	0,010	0,0089
	30	0,075	0,072	0,062	0,053	0,041	0,035	0,030	0,027	0,025	0,023	0,021	0,020	0,019	0,014	0,012	0,010	0,0089
	60	0,055	0,053	0,048	0,044	0,037	0,032	0,028	0,025	0,024	0,022	0,021	0,020	0,019	0,014	0,012	0,010	0,0088
	100	0,043	0,042	0,040	0,037	0,031	0,028	0,026	0,024	0,023	0,021	0,020	0,019	0,018	0,014	0,012	0,010	0,0086
	150	0,036	0,035	0,033	0,032	0,029	0,027	0,024	0,023	0,021	0,020	0,019	0,018	0,018	0,014	0,012	0,0097	0,0084
	200	0,031	0,031	0,030	0,028	0,026	0,024	0,022	0,021	0,020	0,019	0,018	0,017	0,016	0,014	0,011	0,0095	0,0082
5г (Закарпатская низменность)	10	0,32	0,30	0,28	0,25	0,12	0,078	0,055	0,042	0,033	0,028	0,025	0,022	0,019	0,012	0,0090	-	-
	30	0,28	0,26	0,24	0,15	0,068	0,062	0,047	0,037	0,031	0,026	0,023	0,020	0,018	0,011	0,0080	-	-
	60	0,14	0,12	0,10	0,093	0,065	0,050	0,039	0,032	0,027	0,024	0,021	0,018	0,017	0,011	0,0080	-	-
	100	0,095	0,080	0,066	0,064	0,064	0,043	0,035	0,029	0,025	0,022	0,019	0,017	0,016	0,010	0,0080	-	-
	150	0,075	0,065	0,054	0,052	0,044	0,035	0,029	0,024	0,021	0,019	0,017	0,016	0,014	0,010	0,0080	-	-
5а (Северные склоны Карпат)	10	0,34	0,32	0,30	0,21	0,12	0,085	0,064	0,050	0,042	0,035	0,030	0,027	0,024	0,015	0,010	-	-
	30	0,22	0,20	0,18	0,15	0,098	0,064	0,058	0,046	0,038	0,032	0,028	0,025	0,022	0,014	0,010	-	-
	60	0,15	0,13	0,11	0,10	0,076	0,061	0,049	0,041	0,035	0,030	0,026	0,023	0,021	0,013	0,0097	-	-
	100	0,10	0,085	0,074	0,070	0,062	0,052	0,043	0,036	0,031	0,027	0,024	0,021	0,019	0,013	0,0097	-	-
	150	0,075	0,060	0,049	0,047	0,044	0,041	0,036	0,032	0,028	0,025	0,022	0,020	0,018	0,012	0,0095	-	-
5б (Северные склоны Карпат)	10	0,16	0,14	0,12	0,089	0,062	0,037	0,029	0,024	0,021	0,019	0,017	0,016	0,015	0,012	0,011	0,010	-
	30	0,12	0,10	0,082	0,064	0,043	0,033	0,027	0,023	0,020	0,018	0,017	0,016	0,015	0,012	0,011	0,010	-
	60	0,095	0,080	0,068	0,053	0,036	0,029	0,024	0,021	0,019	0,017	0,016	0,015	0,014	0,012	0,011	0,010	-
	100	0,080	0,060	0,044	0,037	0,028	0,024	0,021	0,019	0,018	0,016	0,015	0,014	0,014	0,012	0,011	0,010	-
	150	0,070	0,050	0,039	0,034	0,026	0,023	0,020	0,018	0,017	0,016	0,015	0,014	0,014	0,012	0,011	0,010	-
6а (Северные склоны Горного Крыма)	10	0,34	0,32	0,30	0,24	0,15	0,11	0,084	0,068	0,056	0,048	0,042	0,037	0,033	0,020	0,014	0,011	0,0090
	30	0,24	0,22	0,20	0,17	0,12	0,092	0,072	0,058	0,050	0,043	0,038	0,034	0,030	0,020	0,014	0,011	0,0090
	60	0,17	0,15	0,13	0,12	0,095	0,076	0,063	0,054	0,046	0,040	0,035	0,032	0,028	0,019	0,014	0,011	0,0085
	100	0,13	0,11	0,092	0,088	0,088	0,066	0,055	0,047	0,040	0,035	0,031	0,028	0,026	0,018	0,013	0,010	0,0080
	150	0,095	0,080	0,068	0,066	0,069	0,052	0,046	0,040	0,036	0,032	0,029	0,026	0,024	0,017	0,013	0,010	0,0080
6а (Южные склоны Горного Крыма)	10	0,25	0,23	0,21	0,17	0,11	0,078	0,062	0,050	0,043	0,036	0,032	0,028	0,025	0,016	0,012	0,0093	-
	30	0,19	0,17	0,15	0,13	0,091												

Приложение 6 Гидравлические параметры, характеризующие состояние и шероховатость русла водотока

Характеристика русла и поймы	Параметр m	Гидравлический параметр русла m_p м/мин
Реки и водотоки со средними уклонами $I_p < 35 \text{ ‰}$; Чистые русла постоянных равнинных рек; русла периодически пересыхающих водотоков (сухих логов)	1/3	11
Извилистые, частично заросшие русла больших и средних рек; периодически пересыхающие водотоки, несущие во время паводка большое количество насосов	1/3	9
Сильно засоренные и извилистые русла периодически пересыхающих водотоков	1/3	7
Реки и временные водотоки со средними уклонами $I_p \geq 35 \text{ ‰}$	1/7	10

Приложение 7 Значения сборного коэффициента φ_0 и показателя степени n_2 в формуле (7)

Природная зона	Тип почв	Механический состав почв					
		Глинистые и тяжелосуглинистые		Среднесуглинистые и суглинистые		Супесчаные, песчаные, меловые, обнажения, трещиноватые	
		φ_0	n_2	φ_0	n_2	φ_0	n_2
Лесотундра Лесная	Глеево-подзолистые на плотных породах (включая глеево-мерзлотно-таежные), глеево-болотные оглеенные	0,42	0,50	0,28	0,65	0,23	0,80
	Тундрово-глеевые, глеево-болотные, подзолистые, серые лесные	0,56	0,50	0,38	0,65	0,30	0,80
Лесостепная	Подзолистые, серые, лесные, черноземы мощные, на плотных породах, светло- и темно-серые оподзоленные	0,66	0,60	0,54	0,70	0,27	0,90
	Черноземы выщелоченные, типичные, обыкновенные, южные, темно-каштановые.	0,59	0,70	0,22	0,85	0,14	1,00
Степная и засушливых степей	Черноземы выщелоченные, типичные, южные	0,18	0,80	0,10	0,90	0,05	1,00
	Каштановые, сероземы малокарбонатные, карбонатные.	0,29	0,90	0,14	0,90	0,12	1,00
	Такыровидные почвы	0,30	1,00	0,20	1,00	-----	-----

Приложение 8 Переходные коэффициенты $\lambda_{P\%}$ от максимальных расходов воды ежегодной вероятностью превышения $P=1\%$ к максимальным расходам воды другой вероятности превышения.

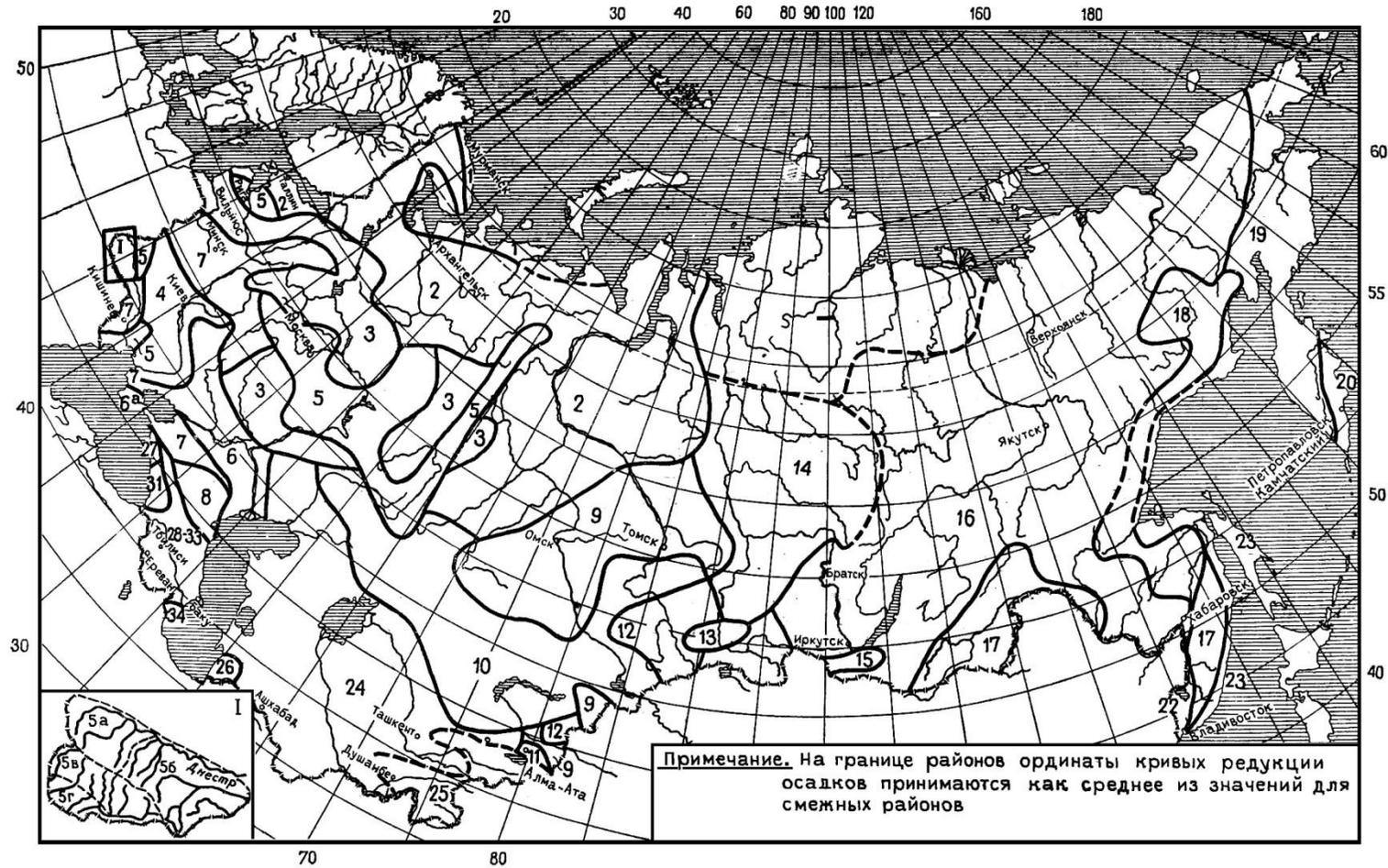
Номер района по прил.10	Площадь водосбора A , км ² средняя высота водосбора \bar{H}_b , м	Переходные коэффициенты $\lambda_{P\%}$ при вероятности превышения $P\%$, равной						
		0,1	1	2	3	5	10	25
1	$A > 0$	1,4	1,0	0,82	0,74	0,64	0,54	0,38
2	$A \geq 0,1$	1,5	1,0	0,85	0,77	0,67	0,55	0,36
	$A < 0,1$	1,4	1,0	0,76	0,69	0,60	0,50	0,32
3	$A > 0$	1,4	1,0	0,90	0,86	0,80	0,69	0,50
4	$A \geq 100$	1,4	1,0	0,82	0,77	0,70	0,60	0,40
	$A = 0,1$	-	1,0	0,82	0,68	0,48	0,32	0,21
5	$A > 0$	1,6	1,0	0,83	0,74	0,62	0,46	0,28
6	$A > 0$	2,5	1,0	0,70	0,58	0,42	0,30	0,14
7	$A > 0$	2,4	1,0	0,74	0,63	0,50	0,32	0,19
8	$A > 0$	1,6	1,0	0,82	0,74	0,64	0,47	0,30
9	$A > 0$	1,45	1,0	0,85	0,79	0,70	0,55	0,38
10	$A > 0$	2,6	1,0	0,70	0,58	0,40	0,26	0,14
11	$A \geq 100$	1,7	1,0	0,80	0,70	0,55	0,40	0,20
	$A = 0,1$	-	1,0	0,80	0,62	0,38	0,20	0,05
12	$A > 0$	(1,8)	1,0	0,75	0,65	0,50	0,34	0,10
13	$\bar{H}_b \geq 1000$	1,4	1,0	0,88	0,79	0,75	0,60	0,44
	$\bar{H}_b < 1000$	1,3	1,0	0,94	0,89	0,82	0,74	0,60
14	$A > 0$	1,4	1,0	0,86	0,79	0,70	0,55	0,36
15	$A \geq 1000$	1,5	1,0	0,86	0,78	0,66	0,50	0,30
	$A < 1000$	1,6	1,0	0,80	0,72	0,60	0,40	0,22
16	$A \geq 1000$	1,45	1,0	0,86	0,79	0,70	0,56	0,38
	$A < 1000$	1,55	1,0	0,84	0,75	0,62	0,46	0,26
17	$A > 0$	1,5	1,0	0,87	0,80	0,70	0,56	0,40
18	$A > 0$	1,8	1,0	0,80	0,71	0,56	0,38	0,20
19	$A > 0$	1,45	1,0	0,90	0,78	0,72	0,60	0,45
20	$A \geq 100$	1,9	1,0	0,75	0,62	0,45	0,25	0,07
	$A < 100$	-	1,0	0,70	0,53	0,30	0,20	0,04
21	$A > 0$	(1,4)	1,0	(0,85)	(0,76)	(0,62)	(0,45)	(0,26)
22	$\bar{H}_b \geq 3000$	1,25	1,0	0,90	0,86	0,80	0,70	0,58
	$\bar{H}_b < 3000$	1,35	1,0	0,90	0,84	0,76	0,66	0,50
23	$A > 0$	(1,4)	1,0	(0,88)	(0,82)	(0,72)	(0,60)	(0,40)

Примечания 1. Для районов №4 и 11 значения $\lambda_{P\%}$ для водосборов площадью от 0,1 до 100 км² определяются интерполяцией.

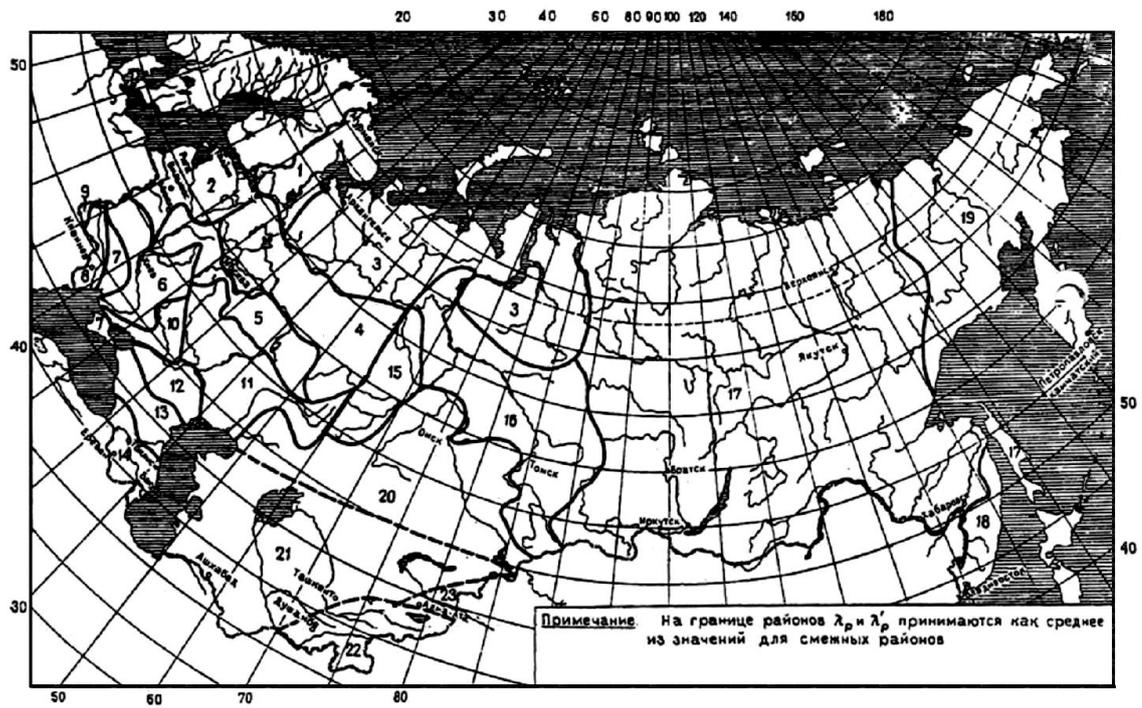
2. Для районов 13 и 22 табличные значения $\lambda_{P\%}$ принимаются для любых площадей водосборов, а для остальных районов - для любых средних высот водосборов.

3. Значения $\lambda_{P\%}$, указанные в скобках, являются приближенными.

Приложение 9 (рекомендуемое) Районы типовых кривых редукции осадков на территории России и СНГ



Приложение 10 Схема районов параметра $\lambda_{p=1\%}$ и $\lambda'_{p=1\%}$



5. Литература

1. СНиП 2.01.14-83 Определение расчетных гидрологических характеристик. Государственный комитет СССР по делам строительства -Москва 1985
2. СП 33-101-2003 Определение основных расчетных гидрологических характеристик. Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу (Госстрой России).
3. Руководство по определению гидрографических характеристик картометрическим способом -Л. Гидрометеиздат 1986
4. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. — Л.: Гидрометеиздат, 1984. — 448 с
5. Соколовский Д.Л. Речной сток (основы теории и методики расчетов) : учебник для гидрометеорологических институтов / Д. Л. Соколовский .— Изд. 3-е, испр. и доп. — Ленинград : Гидрометеорологическое изд-во, 1968
6. И.И. Леви Инженерная гидрология изд. Высшая школа Москва 1968
7. С.Н. Коваленко, М.А. Михалев Инженерная гидрология. Малые реки. Гидрологические расчеты. Учебное пособие. Издательство Политехнического университета. Санкт-Петербург, 2013
8. В.К Рязанцев. В. Н. Жердев Формирование половодья малых равнинных водотоков -Воронеж Изд-во Воронеж. ун-та, 1991.-180 с
9. Ю.В. Волкова Мелиорация земель. Осушительные мелиорации. Федеральное агентство по образованию, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. Санкт-Петербург, 2009.
10. Ю.В. Волкова, К.Н. Криулин, Ю.Б. Полетаев Мелиорация земель. Осушение земель. Проектирование и расчет осушительных систем. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки (специальности) 320500 / Национальный исследовательский Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. Санкт-Петербург, 2005