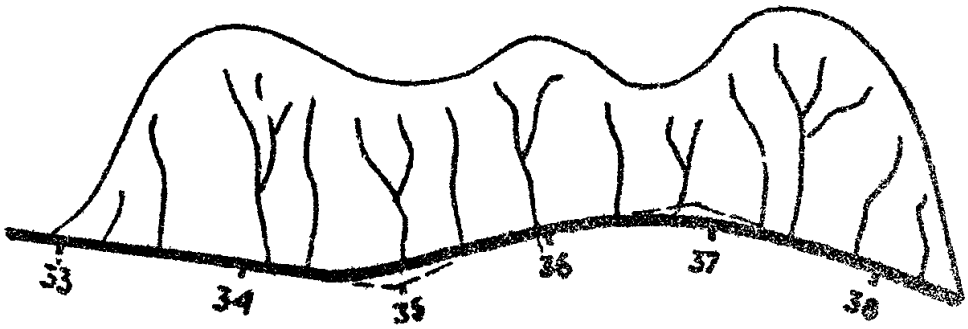
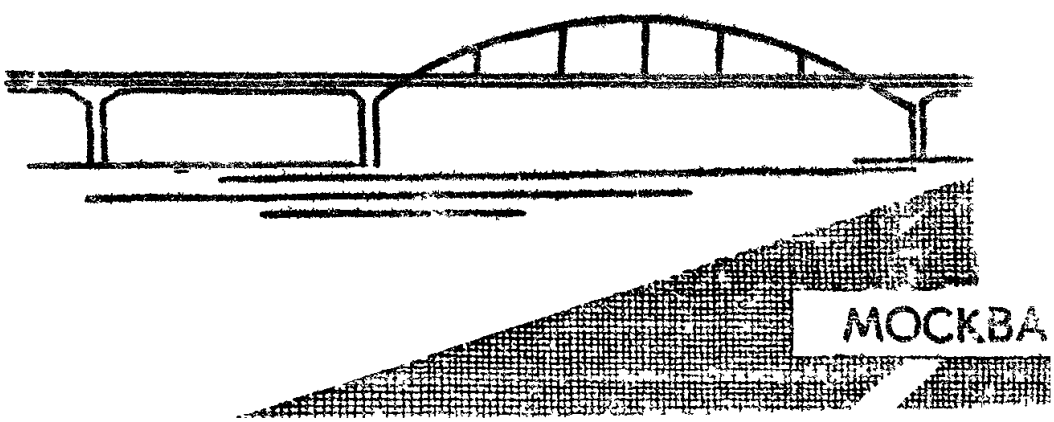
ГЛАВТРАНСПРОЕКТ СОЮЗДОРПРОЕКТ



УКАЗАНИЯ ПО РАСЧЕТУ ДОЖДЕВЫХ РАСХОДОВ



МОСКВА

gost.e-ecolog.ru

С С С Р
МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ГЛАВТРАНСПРОЕКТ
ГПИ СОЮЗДОРПРОЕКТ

У К А З А Н И Я

по расчету дождевых расходов

г.Москва-1978г.

© Государственный проектный институт СОЮЗДОРПРОЕКТ
1973 год

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

Предисловие.....3

Общие указания.....6

Основные положения расчетного метода 6

Расчетная формула и ее параметры.....9

Определение параметров расчетной формулы.....12

Учет влияния местных факторов на величину максимальных расходов.....26

Расчет объема дождевого стока.....28

Уточнение расчетных зависимостей.....29

Расчет максимальных расходов в сооружении с учетом аккумуляции.....30

Расчеты дождевого стока в малообеспеченных районах.....35

Примеры расчеты.....37

Литература.....39

Приложение:
Ведомость определения расходов и объемов ливневого стока на ЭВМ "НАИРИ-2".....40

ПРЕДИСЛОВИЕ

В 1961 году Минтрансстроем СССР была введена в действие "Инструкция по расчету стока с малых бассейнов" ВСН 63-61, однако, Союздорпроект и его филиалы наряду с ВСН 63-61 применяли упрощенную формулу Союздорнии, которая была согласована в 1963 году Главтранспроектом к практическому применению.

В 1967 году введена новая "Инструкция по расчету стока с малых бассейнов ВСН 63-67, которая отличалась от ВСН 63-61, в основном, новым ливневым районированием территории СССР и величинами слоев стока. Метод расчета остался прежним.

В связи с выходом ВСН 63-67 Союздорнии в 1969 году были даны новые рекомендации по дальнейшему применению упрощенной формулы с новыми слоями стока, разработанными ЦНИИС"ом.

Как показали расчеты по формуле Союздорнии с новыми слоями стока /л.1/ последняя требует дополнительной переработки, так как вычисляемые по ней расходы увеличиваются в несколько раз даже при небольшом увеличении слоя стока из-за принятой в формуле степенной зависимости. Это обстоятельство привело к вынужденному ограничению в применении формулы Союздорнии до новой ее переработки и последующего согласования с Главтранспроектом.

Учитывая необходимость технико-экономической оценки эффективности принимаемых проектных решений при выполнении большого количества расчетов отверстий малых водопропускных сооружений на реконструируемых дорогах, построенных в разные годы и по ранее действующим нормам стока, а также на строящихся продолжительное время объектах, и располагая известным опытом проектирования дорог в различных районах СССР и за рубежом, Союздорпроект приступил к

изучению и обобщению своего опыта расчетов и натурных материалов на различных объектах, а также анализу опыта расчетов других ведомств. Такая работа была выполнена в течение 1968-1969 г.г.

Обобщение накопленного опыта проектирования, данных по безаварийно работающим длительное время сооружениям, натурных расходов на объектах, а также анализ различных применяемых теоретико-эмпирических методов расчета стока позволили сформулировать в 1969г. "Предложения по расчету максимального дождевого стока с малых водосборов".

В 1969г. проект "Предложений"был разослан ведущим проектным научным организациям с целью учета замечаний и пожеланий и дополнительной апробации.

Метод расчета дополнительно проверялся на ряде вновь проектируемых объектов Союздорпроекта, расположенных в различных климатических районах СССР и за рубежом /Карпаты, Молдавия, Урал, Туркмения, Забайкалье, ДВК, Непал, Афганистан/. Результаты этих расчетов также подтвердили достаточно хорошее соответствие вычисленных расходов действительным условиям их формирования.

В 1970г. Союздорпроектом произведено дополнительное уточнение ливневого районирования территории СССР и ливневых характеристик максимального стока по материалам последних исследований Государственного гидрологического института /ГГИ/, вошедших в основу составления СН 435-72.

Обобщение накопленных за период 1969-71 г.г.материалов по опыту применения проекта "Предложений", а также дополнительные улучшения отдельных его разделов позволили Союздорпроекту осуществить в 1971г. подготовку "Указаний по расчету дождевых расходов".

Расчеты максимальных дождевых расходов по "Указаниям" рекомендованы Наставлением ЦНИИС-Главтранспроекта для мостовых переходов через водотоки, расположенные в

районах, не охваченных рекомендациями нормативных документов.

В 1972г. "Указания" согласованы с ЦНИИС и Главтранспроектом для практического применения при проектировании автомобильных дорог во всех стадиях проектирования в качестве дополнительного пособия.

В 1972-73г.г. "Указания" были положены в основу разработки приближенных методов расчета дождевого стока, рекомендованных "Руководством по гидравлическим расчетам малых искусственных сооружений.

В 1973г. в "Указания" внесены изменения, касающиеся их согласования, а также отдельные коррективы,с учетом которых и осуществлено настоящее издание.

"Указания" разработаны главным специалистом технического отдела канд.техн.наук Перевозниковым Б.Ф.

Союздорпроект просит сообщать о всех замечаниях и пожеланиях, возникающих при использовании "Указаний" по адресу: Москва Ж-89, наб.Мориса Тореза, дом 34.

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР СОЮЗДОРПРОЕКТА В.ЗАВАДСКИЙ

I. Общие указания

Настоящие "Указания" применяются при проектировании отверстий водопропускных, водосбросных и водоотводных сооружений на автомобильных дорогах при площадях водосборов до 100000 км2.

"Указания" предназначены для расчетов максимального дождевого стока и учитывают сток от дождей в весенний период по промерзшей поверхности водосборов.

При наличии в районе изысканий различных видов стока /снегового, грунтового, ледникового, селевого, марева и т.п./ расчеты следует производить на все возможные в данном районе виды стока с целью установления наибольших величин максимальных расходов и учета наиболее неблагоприятных условий работы водопропускных отверстий.

При наличии значительного притока грунтовых или меженных вод на малых водотоках необходимо дополнительно их учитывать путем суммирования с расходом, вычисленным по настоящим указаниям. Рекомендации по учету меженных вод и других местных факторов, присущих тому или другому району, приведены ниже.

Для получения более надежных данных о расходах необходимо производить уточнение основных параметров расчетной формулы по натурным данным путем проведения гидрометеорологических изысканий и разработки на их основе региональных зависимостей максимального стока. При этом следует руководствоваться /л.3/.

2. Основные положения расчетного метода

В основу разработки расчетного метода положена редукционная формула проф.Соколовского Д.Л., получившая практическое применение для расчетов максимальных расходов /как формула ЛПИ/ в ряде районов СССР и также в некоторых зарубежных районах.

В результате выполненных теоретических разработок и обобщений натурного материала границы применения указанной редукционной формулы значительно расширены применительно к расчетам не только больших и средних, но и малых водосборов на всей территории СССР, путем ее модификации.

При обосновании структуры расчетной формулы произведен критический обзор практически подтвержденных элементов общей теории ливневого стока, а также использован ряд выводов и теоретических положений, установленных в разное время проф.Болдаковым Е.В. и проф.Соколовским Д.Л.

Расчетная формула построена из условия необходимости уточнения ее основных параметров по натурным данным о расходах и осадках, которые могут быть получены в любом районе изысканий независимо от его физико-географического положения и величины водосборной площади. Параметры расчетной формулы могут приобретать региональные значения.

В формуле учитывается редукция часового слоя дождя в зависимости от изменения времени формирования максимальных расходов, форма и крутизна водосборов и естественная аккумуляция стока за счет залесенности и наличия на водосборах различных по впитываемости грунтов.

Произведено районирование часовой интенсивности расчетного дождя по территории СССР, а также обобщены известные в настоящее время величины коэффициента элементарного склонового стока по ряду климатических районов СССР и некоторых зарубежных. При ливневом районировании учтены данные о часовом слое водоотдачи, установленные Н.Н.Чегодаевым и другими исследователями и организациями.

Все расчетные коэффициенты имеют вероятностную и временную оценку относительно их влияния на величину максимального расхода.

В структуре расчетной формулы предусмотрен учет лишь основных факторов, которые влияют безусловно на величину

максимума паводкового расхода в любом районе изысканий. Учет факторов, присущих только одному или нескольким районам, следует производить путем введения в расчетную формулу дополнительных коэффициентов, учитывающих региональные особенности водосборов. Рекомендации по учету этих факторов приведены в п.5.

При разработке расчетного метода и его использовании в транспортном проектировании учтены особенности технологии и методов гидрометеорологических изысканий автомобильных дорог, а также последовательность и состав расчетов максимальных расходов.

Расчетный метод позволяет учитывать стадийность выполнения линейных изысканий и связанную с этим последовательность уточнения расчетной формулы на основе натурных данных наблюдений, собранных в период между различными стадиями изысканий.

Расчетная формула применима на различных стадиях проектно-изыскательских работ и позволяет определять максимальные дождевые расходы как на стадии проблемных изысканий /при невозможности обоснования ее параметров/, так и на всех стадиях инженерных изысканий /при уточнении ее параметров данными наблюдений/.

Расчетная формула может быть применена и при определении предельных максимумов расходов в любом заданном районе проектирования.

Кроме метода определения дождевого стока "Указания" содержат общие рекомендации по учету региональных особенностей водотоков, уточнению параметров расчетной формулы в малоосвоенных районах, а также по расчетам объемов дождевого стока и расходов в сооружениях с учетом искусственной аккумуляции.

3. Расчетная формула и ее параметры

Определение максимальных расходов от дождевых вод различной вероятности превышения производится по следующей формуле:

$$Q_p = 16{,}7 \cdot a_p \delta_p F \varphi K_y K_\phi \quad м^3/сек \quad /1/$$

где: a_p - расчетная интенсивность осадков, соответствующая требуемой вероятности превышения для расхода. Определяется по формуле /2/;

δ_p - расчетный коэффициент склонового стока, определяемый по формуле 3;

F - водосборная площадь, км 2;

φ - коэффициент редукции максимального дождевого стока в зависимости от размеров водосборной площади. Определяется по табл.4;

K_y - коэффициент учета влияния крутизны водосборного бассейна, определяемый по табл.5;

K_ϕ - коэффициент, учитывающий формулу водосборного бассейна и определяемый по формуле/8/;

Расчетная интенсивность осадков различной вероятности превышения определяется по формуле:

$$a_p = a_{час} \cdot K_t \quad мм/мин. \quad /2/$$

где: $a_{час.}$ - максимальная часовая интенсивность дождя требуемой ВП. Определяется по табл.I для заданного ливневого района /рис.2/, мм/мин;

K_t - коэффициент редукции часовой интенсивности осадков в зависимости от времени формирования максимальных расходов на малых водосборах. Определяется по табл.2.

Расчетный коэффициент склонового стока определяется по формуле:

$$\alpha_p = \alpha_0 \, \delta_e \qquad /3/$$

где: α_0 - коэффициент склонового стока при полном насыщении почв водой, принимаемый по табл.3;

δ_e - коэффициент, учитывающий естественную аккумуляцию дождевого стока на поверхности водосборов в зависимости от различной залесенности и почво-грунтов. Определяется по формулам /4,5,7/.

Величина коэффициента δ_e на водосборах, площадь которых характеризуется сплошной залесенностью или однородными грунтами по всему бассейну определяется по формуле:

$$\delta_e = 1 - \gamma_q \beta \Pi \qquad /4/$$

где: γ_q - коэффициент, учитывающий различную проницаемость почво-грунтов на склонах водосборов, в расчетных условиях и определяемый по табл.6;

β - коэффициент, учитывающий состояние почво-грунтов к началу формирования расчетного паводка, определяемый по табл.7.

Π - поправочный коэффициент на редукцию проницаемости почво-грунтов с увеличением площади водосборов. Определяется по табл.9.

При частичной залесенности и резких различиях почво-грунтов на водосборах /рис.I/ для этого коэффициента применяется следующая формула:

$$\delta_e = 1 - (\gamma_{q_л} f_л + \gamma_{q_г} f_г) \beta \Pi \qquad /5/$$

где: $\gamma_{q_л}, \gamma_{q_г}$ – коэффициенты, учитывающие проницаемость грунтов на отдельных частях водосбора, различных по степени залесенности и почво-грунтам определяются по табл.6.

$П$ – имеет прежнее значение, что и в формуле /4/:

$f_л, f_г$ – коэффициенты, характеризующие величины отдельных частей водосбора, различных по степени залесенности и почво-грунтам и определяемые соответственно по формулам:

$$f_л = \frac{F_л}{F}, \quad f_г = \frac{F_г}{F} \qquad /6/$$

где: $F_л, F_г$ – площади отдельных частей водосбора, занятые различными почво-грунтами и растительностью.

Для больших и средних водотоков, расположенных в зоне избыточного увлажнения, а также в лесостепной и степной частях Европейской территории СССР рекомендуется формула Д.Л.Соколовского:

$$\delta_e = 1 - \gamma_q l_q (f_п + 1) \qquad /7/$$

где: γ_q – определяется по табл.6

$f_п$ – площадь проницаемых грунтов в процентах от всей площади бассейна, определяется по формуле /6/ в долях от 100%.

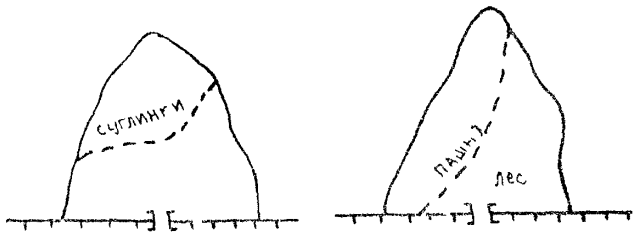


Рис.I. Схема к установлению неоднородных условий потерь стока на склонах водосборов.

Коэффициент Кф, учитывающий форму водосборного бассейна, определяется по формуле:

$$K_\Phi = \Phi + (1-\Phi)c \qquad /8/$$

где: Φ - коэффициент, учитывающий форму водосборов и определяемый по графикам, рис.4.

c - коэффициент, учитывающий уменьшение влияния формы водосбора на величину максимального расчетного расхода и определяемый по табл.8.

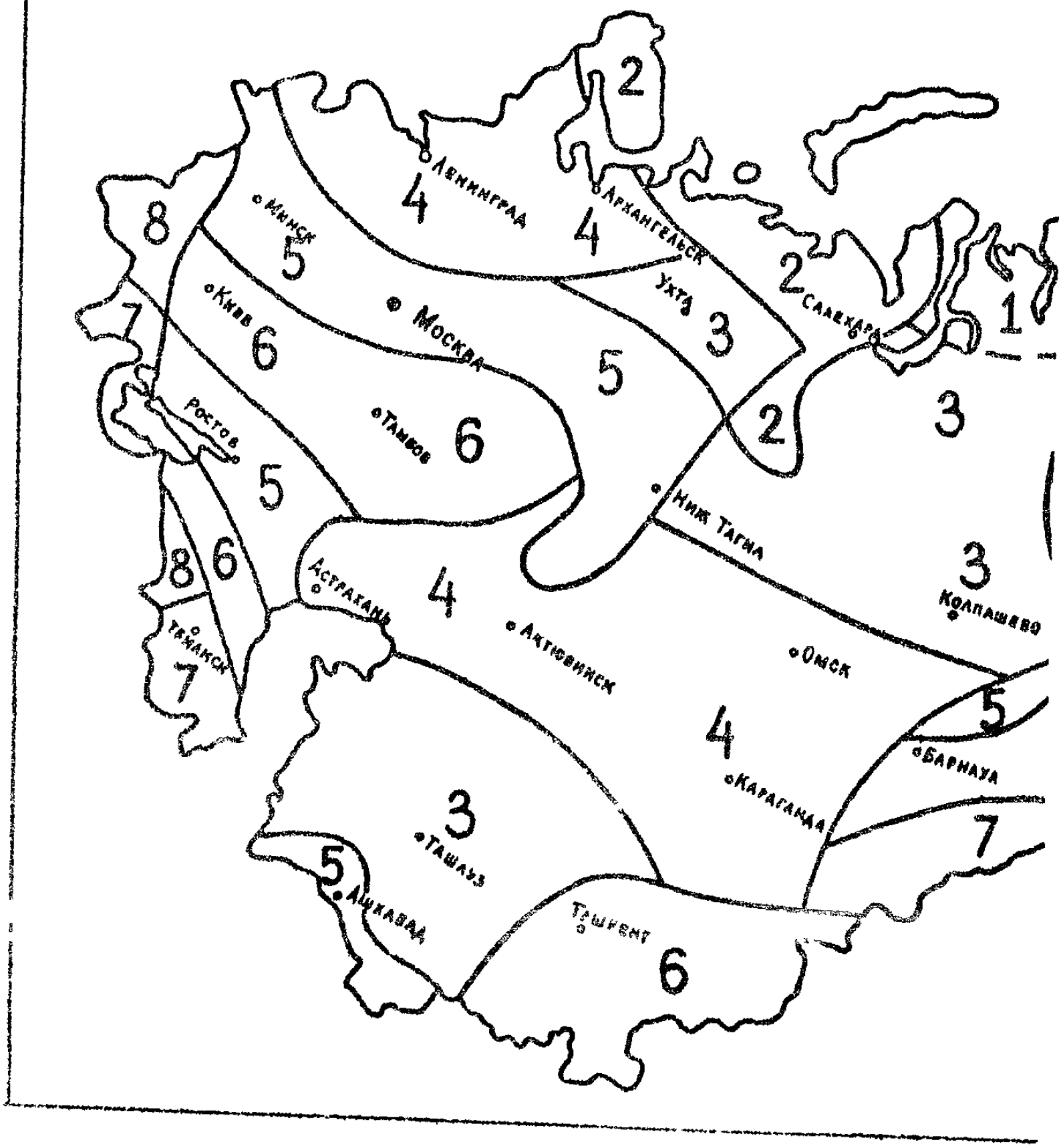
Длина главного лога на малых водосборах определяется от наивысшей водораздельной точки, расположенной по направлению главного лога. На больших водотоках длина главного лога может быть принята с достаточной степенью точности равной длине основного русла, определяющего форму и размеры водосборного бассейна.

4. Определение параметров расчетной формулы

Номер ливневого района определяется по карте-схеме ливневых районов СССР /рис.2/. Величины расчетных параметров формулы /I/ определяются по нижеследующим табли-

КАРТА-СХЕМА ЛИВНЕ

Рис. 2



ВЫХ РАЙОНОВ СССР



цам 1-9.

Таблица расчетных величин интенсивностей дождей часовой продолжительности

Таблица I

районов СССР	Часовая интенсивность дождя/мм/мин/ВП в %:							
	IO	5	4	3	2	I	0,3	0,I
I	0,22	0,27	0,29	0,32	0,34	0,40	0,49	0,57
2	0,29	0,36	0,39	0,42	0,45	0,50	0,6I	0,75
3	0,29	0,4I	0,47	0,52	0,58	0,70	0,95	I,I5
4	0,45	0,59	0,64	0,69	0,74	0,90	I,I4	I,32
5	0,46	0,62	0,69	0,75	0,82	0,97	I,26	I,48
6	0,49	0,65	0,73	0,8I	0,89	I,0I	I,46	I,73
7	0,54	0,74	0,82	0,89	0,97	I,I5	I,50	I,77
8	0,79	0,98	I,07	I,I5	I,24	I,4I	I,78	2,07
9	0,8I	I,02	I,II	I,20	I,28	I,48	I,83	2,I4
I0	0,82	I,II	I,23	I,35	I,46	I,74	2,25	2,65

При проложении дороги по нескольким ливневым районам или в непосредственной близости от их границы расчетные ливневые характеристики на участках, примыкающих к границе того или иного района определяются по формуле:

$$a'_{час} = \frac{a_N + a_{N+1}}{2} \quad \text{мм/мин.} \quad /9/$$

где: a час. - расчетная интенсивность часового дождя для переходного участка, устанавливаемого длиной 25 км в каждую сторону от границы ливневого района по направлению дороги.

a_N, a_{N+1} - часовые интенсивности дождя, определенные по табл.I и рис.2 для двух соседних районов.

Для водосборов, площади которых находятся в нескольких ливневых районах расчетная часовая интенсивность дождя определяется как средневзвешенная по площади.

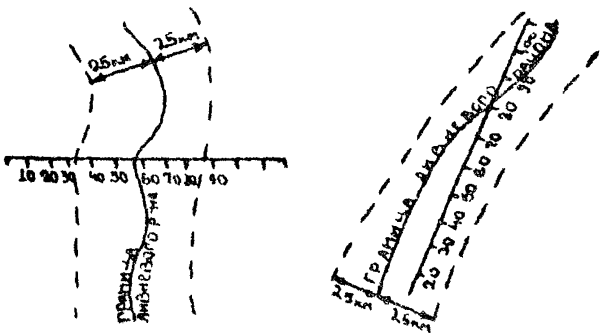


Рис.3. Схема возможных положений дороги относительно границ ливневых районов.

Таблица коэффициентов редукции часовой интенсивности осадков / K_t /

Таблица 2

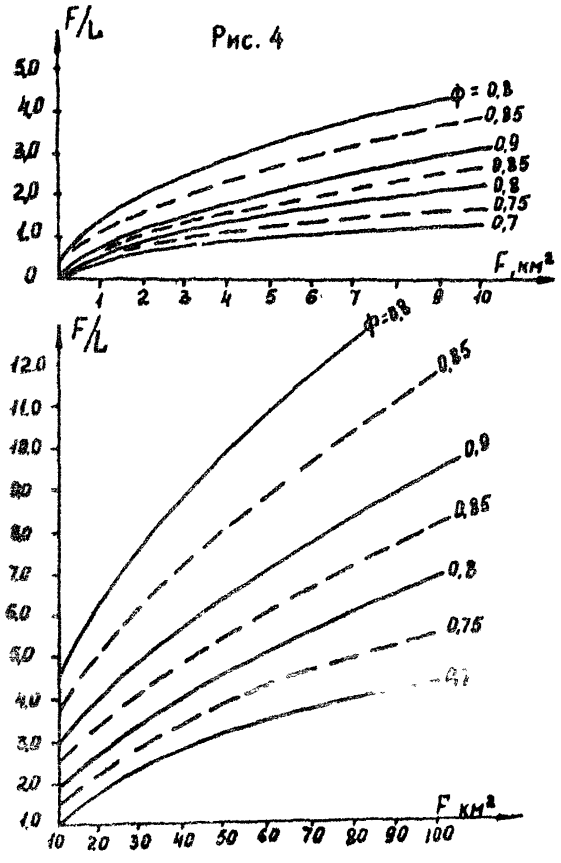
Площадь водосбора км2	Коэффициенты редукции расчетных осадков K_t для следующих районов СССР:						
	№ I	2	№3,4	№№ 5,7	№6	№ 8	№ 9,I0
0,000I	4,I0	4,20	4,20	4,30	4,75	4,05	3,85
0,0005	3,50	3,50	3,50	3,70	3,90	3,50	3,30
0,00I	3,00	2,80	2,90	3,05	3,20	3,00	2,75
0,005	2,50	2,30	2,40	2,55	2,65	2,50	2,30
0,0I	2,I5	I,95	2,07	2,I2	2,20	2,0	I,90
0,05	I,85	I,70	I,80	I,82	I,90	I,75	I,65
0,I	I,60	I,50	I,60	I,62	I,65	I,55	I,45
0,5	I,35	I,30	I,40	I,37	I,35	I,35	I,30
0,8	I,20	I,20	I,30	I,25	I,25	I,20	I,20
I,0	I,I8	I,I5	I,20	I,20	I,20	I,I8	I,I5
5,0	I,05	I,03	I,I0	I,09	I,05	I,05	I,03
7,0	I,0	I,0	I,05	I,04	I,0	I,0	I,0
I0,0	I,0	I,0	I,0	I,0	I,0	I,0	I,0
50	0,94	0,95	I,0	0,99	0,98	0,96	0,97
I00	0,90	0,90	0,93	0,9I	0,92	0,9I	0,92
300	0,89	0,89	0,90	0,88	0,9I	0,90	0,90
500	0,87	0,85	0,87	0,86	0,90	0,85	0,86
I000	0,80	0,79	0,82	0,75	0,76	0,70	0,70
3000	0,78	0,73	0,80	0,70	0,70	0,6	0,6
5000	0,75	0,70	0,77	0,65	0,63	0,52	0,53
I0000	0,70	0,64	0,70	0,55	0,50	0,40	0,40
50000	0,60	0,55	0,63	0,42	0,43	0,38	0,38
I00000	0,55	0,50	0,57	0,35	0,40	0,35	0,35

Таблица коэффициентов стока α_0

Таблица 3

№№ пп	Название районов	Значения α_0 ВП в %			
		0,3	I	2	
I	Приморье ДВК, Северный Вьетнам, Непал, Индонезия, Северная Индия, Восточный Пакистан	I-0,9	0,9-0,80	0,8-0,70	0,70-0,60
2	ДВК/Хабаровский край/, Черноморское побережье, Кавказа, восточное Закавказье, ливнеопасные предгорные районы Средней Азии, Западный Пакистан	0,9-0,80	0,80-0,70	0,70-0,66	0,66-0,60
3	Ливнеопасные районы Карпат, Крыма, Афганистана, Йемена, Восточного Ирана и Ирака	0,80-0,75	0,75-0,70	0,70-0,60	0,55-0,60
4	Забайкалье, Предгорья Карпат, Горные и предгорные районы среднего Урала. Лесостепная зона Европейской части СССР. Монголия	0,75-0,65	0,70-0,60	0,60-0,55	0,50-0,55
5	Степная зона Европейской части СССР, Южный Урал. Западная Сибирь	0,65-0,55	0,55-0,50	0,50-0,45	0,45-0,40

1	2	3	4	5	6
6	Пустынные и полупустынные районы Средней Азии, Афганистана, Центральной Индии и Центральной Азии. Южные районы тундры	0,55-0,50	0,50-0,40	0,40-0,80	0,25-0,30



Рекомендуемые коэффициенты редукции максимальных расходов φ при отсутствии данных полевых обследований

Таблица 4

Площадь водосбора км2	φ	Площадь водосбора км2	φ
0,0001	0,98	6,0	0,40
0,001	0,91	8,0	0,36
0,005	0,86	10,0	0,33
0,01	0,81	12,0	0,32
0,05	0,75	15,0	0,31
0,1	0,69	19,0	0,30
0,2	0,68	22,0	0,29
0,3	0,66	26,0	0,28
0,4	0,65	30,0	0,27
0,5	0,63	40,0	0,25
0,6	0,62	50,0	0,24
0,7	0,60	55,0	0,23
0,8	0,58	60,0	0,22
0,9	0,56	80,0	0,20
1,0	0,53	100	0,19
1,5	0,52	200	0,17
2,0	0,50	300	0,16
2,5	0,49	500	0,14
3	0,47	1000	0,12
4	0,44	5000	0,09
5	0,42	10000	0,08
		100000	0,05

Коэффициенты крутизны водосборного бассейна $K_ч$

Таблица 5

Уклон главного лога i	$K_ч$ для водосборов:			
	Односкатных и безрусловых			С наличием
	асфальтобетонные и цементобетонные покрытия	щебеночные и гравийные покрытия	естественные задернованные склоны	
0,001	0,87	0,75	0,75	0,94
0,005	0,95	0,82	0,78	0,98
0,01	1,08	0,92	0,80	1,01
0,02	1,25	1,10	0,85	1,06
0,03	1,45	1,30	0,90	1,12
0,04	1,65	1,50	0,91	1,14
0,05	1,80	1,65	0,93	1,16
0,06	2,08	1,85	0,95	1,18
0,07	2,20	2,00	0,97	1,21
0,08	2,40	2,20	0,98	1,23
0,09	2,63	2,40	1,0	1,26
0,10	2,80	2,60	1,02	1,28
0,20	-	-	1,21	1,52
0,30	-	-	1,34	1,68
0,40	-	-	1,45	1,82
0,50	-	-	1,56	1,94
0,60	-	-	1,62	2,03
0,70	-	-	1,68	2,10

Рекомендации по определению расчетного уклона главного лога, используемого при составлении табл.5, приведены ниже:

Коэффициенты проницаемости почво-грунтов и поверхностей стекания Y_q при расчетной водоотдаче

Таблица 6

Категория почво-грунтов	Характеристика склонов бассейнов: Почво-грунты и поверхности стекания	Растительность	Y_q
I	Скальные, мерзлые и плохо проницаемые грунты и поверхности стекания	Задернованы или отсутствует растительность	0,02
		Густой лес с кустарником и травой	0,02-0,04
II	Глины, суглинки	Задернованы	0,04-0,09
		Густой лес с кустарником и травой	0,06-0,15
	Такыры	Отсутствует	0,06-0,12
III	Супесчаные и песчаные грунты при естественной влажности	Задернованы	0,10-0,15
		Густой лес с кустарником и травой	0,15-0,20
IУ	Сухие грунты/пески и лёссы/ в засушливых и пустынных районах при недостаточной влажности	Закрепленные	0,15-0,20
		Незакрепленные	0,20-0,25
	Рыхлые грунты /осыпи и т.п./	Незакрепленные	0,25-0,35
У	Скальные породы в горных условиях сильно трещиноватые по поверхности	Частично закрепленные растительностью или кустарником	0,15-0,20
		Незакрепленные	0,20-0,30
УI	Торфы	Увлажненные	0,10-0,17
		Осушенные	0,15-0,22

Коэффициенты β, учитывающие состояние почво-грунтов во время формирования расчетного паводка

Таблица 7

пп	Особенности стока	Коэффициенты β, для категорий почво-грунтов согласно табл.6				
		I	II	III	IУ	У
I	Сток по промерзшим почво-грунтам или по ледяной корке	I,0	I,0-0,9	0,9-0,8	0,8-0,7	0,8-0,2
2	Совпадение избыточного осеннего увлажнения со стоком в весенний период	I,0	0,9	0,8	0,7	0,7-0,65
3	Сток по сухим пылеватым грунтам/пески, лессы и т.п./ при возможности образования грунтовой корки, препятствующей быстрому прониканию воды в грунт	-	-	-	0,8-0,6	-
4	Предварительное увлажнение грунтов к началу расчетного паводка в районах муссонного климата	I,0-0,9	0,9-0,8	0,8-0,6	-	-
5	Влажность почво-грунтов в естественных условиях	I,05	I,05-I,I0	I,I0-I,I5	I,I0-I,I5	-

В табл.7 промежуточные значения коэффициента β определяются в зависимости от вида и характера растительности на склонах бассейнов применительно к классификации, приведенной в табл.6.

В табл.6 I_q для грунтов, загрязненных производственными отходами следует принимать равным 0,04-0,09. в зависимости от характера растительности.

Коэффициент С для учета формы водосборов в формуле /8/

Таблица 8

Площадь водосбора, км2	менее 5	10	20	30	40	50	60	70	80
С	0	0,10	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9

Поправочный коэффициент П для учета редукции проницаемости почво-грунтов I-У категории в формулах /4/, /5/, /7/

Таблица 9

Площадь водосбора, км2	Коэффициент П для следующих районов:		
	№ I-2-3-4	№5-6-7	№ 8-9-10
100 и менее	I,0	I,0	I-0,9
200	0,9I	0,86	0,72
300	0,84	0,70	0,54
400	0,77	0,68	0,32
500	0,70	0,52	0
600	0,68	0,40	-
850	0,46	0	-
1000	0,30	-	-
1250	0	-	-

Рекомендации по определению расчетного уклона главного лога для установления коэффициента крутизны водосборного бассейна по табл.5

I. В равнинной местности расчетный уклон главного лога на малых водосборах / $J_р$ / может быть принят равным уклону лога у сооружения.

2. На очень малых водосборах площадью до I,0 км2, а также на односкатных водосборах при неизменном, однозначном наклоне поверхности стекания /рис.5а/ в качестве расчетного уклона главного лога может быть принят уклон между водораздельной точкой по главному логу и пониженной точкой живого сечения в створе перехода.

3. При резкой смене уклонов поверхности стекания на различных частях склонов по всей длине односкатных и малых водосборов /рис.5б/, а также на средних водосборах расчетный уклон главного русла определится как средневзвешенный на расстоянии от верхней водораздельной точки до створа перехода.

4. На больших и средних водотоках при наличии хорошо выраженного русла в качестве расчетного уклона главного лога принимается уклон реки в основном русле, характеризующий средний уклон на большем его протяжении вверх от створа перехода.

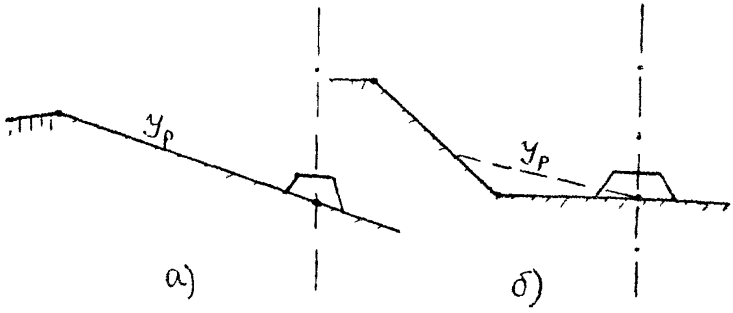


Рис.5. Схема к определению расчетного уклона главного русла.

5. Учет влияния местных факторов на величину максимальных расходов

В различных районах изысканий может возникнуть необходимость учета специфических факторов, регулирующих максимальный сток и присущих только одному району или отдельным водосборам и значительно влияющих на величину максимального расхода. К таким региональным факторам относятся:

- наличие меженного стока;
- наличие бессточных емкостей;
- пахотные земли на склонах;
- искусственное орошение;
- террасированное земледелие;
- заторность горных русел;
- влияние карстовых явлений;
- регулирование стока искусственными сооружениями;
- переливы из одного бассейна в другой;
- неустойчивое перераспределение стока между водотоками на выходе из гор;

- озерность и заболоченность;
- забор воды на хозяйственные нужды;
- многократность повторения расчетных паводков в муссонных районах;
- регулирование стока на широких поймах;
- транзитные участки русел;
- наледные явления и заледенелость русла;
- регулирование стока мелиоративными сооружениями;
- подпорные явления;
- наличие в бассейне населенных пунктов или существующих дорог.

Учет этих особенностей должен производиться в каждом конкретном случае путем введения в формулу /I/ дополнительных коэффициентов, установленных по данным нормативных документов, а при их отсутствии на основе материалов, полевых обследований водосборов.

В особо сложных случаях и при недостаточности материалов полевого обследования необходимо проведение гидрологических изысканий и исследований по специальным программам.

При введении в формулу /I/ региональных факторов следует учитывать их влияние, исходя из особенностей внутригодового режима дождевого стока в районе изысканий. Необходимо также давать вероятностную оценку возможного совпадения паводочного периода со временем действия этих факторов, как регулирующих.

Влияние региональных факторов может проявляться на водотоках различной величины по-разному. Поэтому для каждого объекта необходимо устанавливать пределы применения коэффициентов, учитывающих региональные особенности водосборов не только во времени их действия, но и по площади водосбора.

Методы учета некоторых региональных факторов приведены в [п.2.6.8], а также в сборниках информаций Союздорпроекта.

Для установления региональных коэффициентов по данным полевого обследования или специальных исследований следует использовать метод составления уравнений баланса стока на период формирования максимальной ординаты гидрографа расчетного паводка.

6. Расчет объема дождевого стока

Объем дождевого стока с малых водосборов с площадью бассейна до 30 км2 определяется по формуле:

$$W = 1000 a_p d_p F t_\varphi \quad м3 \qquad /10/$$

где: 1000 - коэффициент, учитывающий размерности параметров, входящих в формулу /10/;

a_p - расчетная интенсивность осадков, мм/мин. Определяется по формуле /2/;

d_φ - расчетный коэффициент склонового стока, определяемый по формуле /3/;

F - водосборная площадь, км2;

t_φ - расчетная продолжительность осадков, формирующих максимальную ординату гидрографа, мин. Определяется по данным табл.10.

Для определения объема стока с малых водосборов и обеспечения расчетного объема аккумуляции воды перед водопропускными сооружениями форма гидрографов паводков с этих водосборов принимается в виде равнобедренного треугольника.

Таблица I0

Площадь водосбора, км2	Расчетная продолжительность осадков, мин. $t_р$
0,00I	4
0,0005	6
0,00I	9
0,005	I4
0,0I	I9
0,05	24
0,I0	30
0,50	36
0,80	39
I,00	42
5,00	48
7,00	5I
I0,0	53
30,0	57
5I,0	60

7. Уточнение расчетных зависимостей

Расчет максимальных дождевых расходов и соответствующих им объемов стока по формулам /I/ и /I0/ при отсутствии надежных данных гидрометеорологических наблюдений предусматривается на предпроектных и начальных стадиях проектно-изыскательских работ.

Для получения расчетных максимумов расходов, наиболее полно отражающих условия их формирования в районе проектирования, необходимо после выполнения изыскательских работ производить уточнение отдельных параметров указанных выше формул /I/ и /I0/ по материалам полевых обследований водотоков и данным длительных наблюдений за расходами и осадками на существующих водпостах и метеостанциях.

Уточнению могут подлежать следующие расчетные характеристики:

- расчетная интенсивность осадков;
- неравномерное распределение расчетных осадков по направлению изыскиваемой дороги;
- коэффициент склонового стока;
- коэффициент редукции максимального дождевого стока
- величины уклонов логов, пересекаемых дорогой;
- коэффициент неравномерности выпадения дождей по территории;
- форма водосборных бассейнов;
- степень и характер залесенности;
- категория и проницаемость почво-грунтов;
- состояние почво-грунтов к началу паводков;
- наличие и влияние региональных особенностей водосборов.

При уточнении расчетных параметров формул /I/ и /IO/ необходимо учитывать возможные изменения во времени расчетных характеристик, вызываемые как естественным изменением гидрометеорологического режима стока, так и влиянием хозяйственной деятельности человека в течение нормативного периода службы проектируемых водопропускных сооружений

В результате этих работ должны быть получены уточненные расчетные параметры формул /I/ и /IO/, отражающие действительные гидрометеорологические условия заданного района изысканий и региональные особенности отдельных водотоков. При уточнении расчетных зависимостей стока следует руководствоваться "Методическим руководством" Союздорпроекта /л.8/.

8. Расчет максимальных расходов в сооружении с учетом аккумуляции

Определение максимальных расходов в проектируемых водопропускных сооружениях на малых водосборах производится

с учетом искусственной аккумуляции воды перед дорогой.

Предел аккумуляции определяется СНиП П-Д.7-62, согласно которому уменьшение максимальных расходов притока, вследствие учета аккумуляции допускается не более чем в три раза.

Дополнительные ограничения при создании временного пруда аккумуляции не зникают в следующих случаях:

- в горной и предгорной местностях при значительных уклонах главного лога;
- в районах муссонного климата при возможности прохода расчетного паводка по частично или полностью заполненному пруду аккумуляции предыдущими дождями;
- в местах затопления ценных угодий, населенных пунктов и т.п.;
- в районах вечной мерзлоты с возможными гидрометеорологическими условиями образования наледей.

Указанные ограничения оцениваются в каждом конкретном случае при проектировании отдельных или целой группы сооружений, так как они могут проявляться одновременно все в одном районе изысканий.

Для определения расчетного расхода в сооружении с учетом создания возможного в заданных условиях пруда аккумуляции рекомендуется следующая формула:

$$Q_{coop} = Q_p\left(1 - \frac{W_{пр}}{K_r \cdot W_p}\right) \quad м3/сек. \ /II/$$

где: Q_p - максимальный расход дождевых вод расчетной вероятности превышения, м3/сек, определяемый по формуле /I/.

W_p - объем дождевого стока той же вероятности, м3, определяемый по формуле /IO/;

K_r - коэффициент, учитывающий форму расчетного гидрографа паводка. Принимается для немуо-

сонных районов по данным проф.Андреева О.В., равным 0,7, а для муссонных районов по данным Союздорпроекта, равным 1,2;

$W_{пр}$ - объем пруда аккумуляции перед сооружением, м3, определяемый по формуле /12/.

Для определения объема пруда с учетом очертания продольного профиля по дну пруда, устанавливаемого по подробным топографическим планам местности можно применять формулу Л.Г.Кушнира.

При отсутствии планов и без необходимости особой детализации в определении границ подтопления, на малых водосборах применяется следующая формула:

$$W_{пр} = K_0 \omega \frac{H_{пр}}{i_0} \sin\alpha \quad м3 \qquad /12/$$

где: K_0 - коэффициент, учитывающий очертание продольного профиля дна пруда аккумуляции, принимаемый равным 0,33;

ω - площадь живого сечения водотока в створе сооружения при расчетном горизонте подпертой воды /РУПВ/;

$H_{пр}$ - максимальная глубина воды в пониженной точке живого сечения при РУПВ;

i_0 - расчетный уклон лога на участке образования пруда аккумуляции;

α - острый угол пересечения трассы дороги с водотоком.

При конфигурации живого сечения водотока с четко выраженными руслом и поймennыми частями или участками с резкими различиями формы поперечного сечения /овраги, крутые лога и т.п./ определение объема пруда рекомендуется производить по следующей формуле /рис.6/:

$$W_{пр} = \frac{\sin\alpha}{3 y_0}\left[B\bar{H}_п H_п + \sum B_{рi}(H_{рi} - \bar{H}_п)H_{рi}\right] \qquad /13/$$

где: α и y_0 – имеют прежние обозначения, что и в формуле /12/;

B – полная ширина разлива потока в расчетном створе при РГПВ;

$\bar{H}_п$ – средняя глубина воды на самом высоком пойменном участке живого сечения при РГПВ, м;

$H_п$ – максимальная глубина на этом же участке, м;

$B_{рi}$ – ширина русла или другого характерного участка при РГПВ, м;

$H_{рi}$ – максимальная глубина русла при РГПВ, м;

Применение формулы /13/ обосновано при одинаковых уклонах отдельных частей водотока и всей долины. При различных продольных уклонах формулу /13/ следует применять в следующем виде:

$$W_{пр} = \sin\alpha\left[\frac{B\bar{H}_п H_п}{y_п} + \sum \frac{B_{рi}(H_{рi} - \bar{H}_п)H_{рi}}{y_{рi}}\right] \text{ м3} \qquad /14/$$

где: $y_п, y_{рi}$ – соответственно уклон самого высокого пойменного участка и уклон русла или других характерных участков речной долины.

Остальные обозначения приняты такими же, как и в формуле /13/.

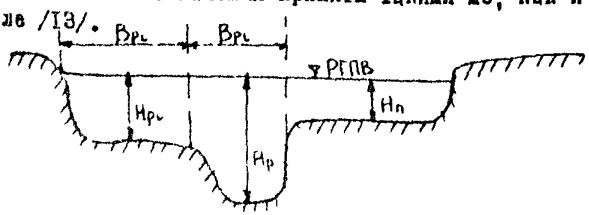


Рис.6. Схема к определению объема пруда на малых водотоках с резким различием в конфигурациях отдельных частей в расчетном живом сечении.

Продолжительность затопления различных ценных угодий следует устанавливать после согласования с их владельцами в период изысканий. Время затопления угодий определяется по формуле:

$$t = \frac{2K_r W_p}{3{,}6(Q_{сооp} + Q_{min})} \quad \text{час.} \qquad /15/$$

где: W_p - расчетный объем дождевого стока, в тыс.м3;

$Q_{сооp}$ - расход в проектируемом сооружении с учетом аккумуляции при расчетном горизонте воды, м3/сек;

Q_{min} - расход в сооружении при минимальной допустимой отметке затопляемых угодий, м3/сек.

3,6 - коэффициент, учитывающий размерность величин.

После расчетов расходов в сооружении с учетом аккумуляции воды необходимо на каждом объекте предусматривать следующие работы:

- определение отверстий водопропускных сооружений и режима протекания;

- установление расчетного уровня подпертой воды /РУПВ/ при принятом режиме протекания воды через сооружение;

- нанесение РУПВ на продольный профиль в местах пересечения водооборов;

- определение минимально допустимой по НиП П-Д.5--72 и П-Д.7-62 отметки бровки насыпи земляного полотна в местах устройства водопропускных сооружений;

- оценка длительности подтопления ценных угодий;

- проверка на возможный перелив через дорогу в пониженных местах проектной линии на продольном профиле, а также проверка на перелив через водоразделы вдоль дороги в соседние сооружения;

- установление мероприятий по укреплению входных и выходных русел;

- расчет и проектирование дамб обвалования в случае их устройства;

9. Расчеты дождевого стока в малоосвоенных районах

Одной из основных особенностей малоосвоенных и зарубежных районов является отсутствие многолетних данных наблюдений за расходами воды и недостаточная сеть пунктов гидрометеорологических наблюдений.

И только в отдельных районах имеются некоторые материалы наблюдений за осадками в виде записей укрупненных величин осадков по дождемеру: суточные максимумы, месячные и годовые суммы.

Что касается малых водосборов, то по ним полностью отсутствуют какие-либо наблюдения за стоком и, как следствие этого, расчетные зависимости максимальных расходов, основанные на натурных данных наблюдений.

В тех же зарубежных странах, где имеются рекомендации по расчету стока, они нередко носят сугубо ориентировочный характер и отражают условия одного из локальных районов, на материалах которого они построены. Применение этих зависимостей требует тщательного обоснования расчетных параметров на основе изучения конкретных гидрометеорологических условий, ибо недостаточность их изучения может вызвать существенные просчеты в определении отверстий сооружений.

Применение же методов расчета, используемых в СССР, параметры которых обосновываются в зарубежных странах косвенными аналогами с привлечением отдаленных физико-географических районов, не может быть оправдано, так как не может отразить действительные условия стока в районе изысканий.

Поэтому в таких районах целесообразным является разработка региональных норм стока, учитывающих не только общие гидрометеорологические закономерности в заданном районе, но и местные особенности стока.

Основным методом обоснования региональных зависимостей следует считать метод, основанный на использовании результатов краткосрочных полевых обследований водотоков, выполненных в период изысканий автомобильных дорог.

Особое внимание должно быть уделено полноте и качеству работ по гидрологическому обследованию водосборов и сбору сведений о паводках прошлых лет путем нахождения их следов на местности.

Поскольку сведения об осадках могут отражать более длительные периоды времени нежели расходы и уровни и тем самым содержат больше информаций о характере гидрометеорологических условий, привлечение их к расчетам максимальных расходов является крайне необходимым.

При недостаточности данных об осадках и невозможности распространения их по всей территории района проложения трассы дороги возникает дополнительно необходимость проведения кратковременных метеорологических экспедиционных наблюдений, путем организации самостоятельных постов или их совмещения с гидрометрическими пунктами наблюдений за режимом больших рек.

Состав работ по гидрологическому обследованию водотоков и методы разработки региональных зависимостей максимального стока в настоящих "Указания " не рассматриваются, так как они подробно освещены в п.3/, которым и следует руководствоваться при выполнении указанных работ в зарубежных и малоосвоенных районах.

Примеры расчета

I. Определение расчетного расхода заданной ВП

Дорога расположена в ливневом районе № 6, требуется определить расчетный расход воды при ВП I%.

После изысканий установлены следующие исходные данные: F=6,5 км2, L=4,7, $J_р$=0,0020, почво-грунты однородны по всему водосбору и предоставлены суглинками, склоны покрыты лесом и кустарником средней густоты. Почво-грунты имеют оптимальную влажность в естественных условиях.

Для определения расчетного расхода по формуле /I/ находим следующие коэффициенты:

по табл.I α=I,0I мм/мин, по табл.2 K_t=I,02, по табл.3 d_0=0,65, по табл.4 φ=0,6I, по табл.5 K_y=0,76, по табл.6 $\gamma_ч$=0,II, по табл.7 β=I,07, по рис.8 φ=0,77, по табл.7 С=0,06, по табл.9 n=I,0.

По формулам /2/, /3/, /4/, /8/ и /I/ имеем:

$\alpha_р$=I,0IxI,02=I,03

$\delta_с$= I -0,IIxI,07xI,0=0,88

$d_р$= 0,65 x 0,88 =0,57

Кф = 0,77x/I-0,77/x0,06=0,79

$Q_р$ = I6,7xI,03x0,57x6,5x0,89x0,76x0,79 =I5 м3/сек.

$Q_{р\%_0}$= I5 м3/сек.

2. Расчет максимального расхода в сооружении с учетом аккумуляции

Исходные данные те же, что и в примере I. Дополнительно к ним получены следующие: ω=I50 м2, $H_{пр}$=2,0 м, γ_0=0,002, δ_{max}=I,0.

По формуле I0 определяется объем дождевого стока:

$W_р$ =I000xI,03x0,57x6,5x50=I90000 м3

где: $a_p = 1,08$, $d_p = 0,57$, $F = 6,5$ км2, $t_p = 50$ мин. по табл.10.

По формуле 12 для нескольких заранее заданных глубин подпертой воды могут быть получены соответствующие им величины объемов пруда аккумуляции:

$$W_{пр} = 0,33 \times 150 \times \frac{2,0}{0,002} \times 1,0 = 49500 \text{ м3}$$

По формуле /11/ вычисляем значения максимальных расходов в сооружении с учетом различных заданных прудов аккумуляции:

$$Q_{соор} = 15 / 1 - \frac{49500}{0,7 \times 190000} / = 9,5 \text{ м3/сек.}$$

$$Q_{соор} = 9,5 \text{ м3/сек.}$$

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Практические указания по определению максимальных расходов и отверстий малых водопропускных сооружений на автомобильных дорогах /при F до 50 км2/. Главтранспроект, Союздорпроект, М.1969г. с.94.
2. редложения по счету максимального дождевого стока с малых водосборов. Союздорпроект, М.1969г. с.
3. Методическое руководство по гидрологическому обследованию водотоков и разработке региональных норм максимального стока при проектировании автомобильных дорог. Главтранспроект, Союздорпроект. М.1970г.с.
4. Указания по расчету дождевых расходов. Главтранспроект, Союздорпроект. М.1971г. с.35.
5. Наставление по изысканиям и проектированию железнодорожных и автодорожных мостовых переходов через водотоки. ЦНИИС-Главтранспроект, Транспорт, М.1972г. с.280.
6. Указания по определению расчетных гидрологических характеристик /СН 435-72/ М.,Госстройиздат,36 с.
7. Инструкция по расчету стока с малых бассейнов. ВСН 63-67, М.1968г.,с.95.
8. Руководство по гидравлическим расчетам малых искусственных сооружений ЦНИИС.

Ведомость определения расходов и объемов ливневого стока на ЭЦВМ „НАИРИ-2" в Соответствии с „Указаниями по расчету дождевых расходов" Союздорпроекта 1973 года

№№ сооруж.	км	Пикет плюс	Ливневый район	Вероятность превыш	Категория реч	F_s км	L км	d_0	γ_s	β	K_t	φ	Q м³/сек	W т. м³	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Составил Проверил Считал Лимит

Отпечатано в Союзморпроекте

Заказ 753 Тираж 700

Объем I.6 печ.л.

gost.e-ecolog.ru