

РАСЧЁТ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ПАВОДКОВ ПО МОРФОМЕТРИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ МАЛЫХ ВОДОСБОРОВ

Исакова А.Я., Сагдеев Н.З., Трофимова Ю.Г.

Ключевые слова: максимальные расходы, паводки, морфометрическая характеристика, малые реки.

Введение. Расчеты максимальных расходов являются одной из наиболее сложных задач при проектировании и строительстве разного рода сооружений на реках. Занижение максимальных расходов приводит к разрушению сооружений, затоплению прибрежных территорий и нередко к человеческим жертвам. В свою очередь, завышение этих максимумов повышает стоимость сооружений и снижает их экономическую эффективность. Многократно усложняется задача расчета максимумов, когда речь заходит о селевых потоках. Добавим, что, по мнению известнейших гидрологов, проблема паводков и методы расчета их максимумов является наиболее важной в гидрологии [11]. Еще более категоричен в своем высказывании на этот счет Ю.Б.Виноградов, который пишет «проблема гидрографа паводка во многих отношениях является центральной в гидрологии» и далее «...теоретическая гидрология получила свое развитие именно в направлении расчетов паводков и их максимальных расходов...» [1].

Практическая важность этой проблемы определяется тем, что от размеров максимальных расходов паводков зависят пропускная способность мостовых переходов, размеры водовыпускных отверстий в гидротехнических плотинах, местоположение опор линий электропередач, водо и газопроводов.

В Узбекистане по разным оценкам насчитывается от 468 до 1040 селеносных рек, на которых зафиксировано, опять-таки по разным источникам, от 2300 до 3000 случаев прохождения селевых потоков [5, 9, 14]. Если учесть, что по данным, приведенным в монографии [13] общее число рек в Узбекистане 17777, причем подавляющее большинство этих рек длиной менее 10 км (15167 рек), то

получается, что селевые потоки были зарегистрированы лишь на 5-7% рек.

Следует добавить, что для 33,7% рек Узбекистана сведений о максимумах вообще нет (29,3% для рек бассейна Амударьи и 42,7% для рек бассейна Сырдарьи). Для более 70% случаев зарегистрированных селей место (створ) такой оценки максимумов определить невозможно [14].

Основные результаты. Мы, исходя из имеющихся материалов наблюдений на гидрологической сети, выполнили оценку точности расчетов максимумов в зависимости от значений C_v и n . В среднем получено для рек бассейна Сырдарьи с длительностью рядов наблюдений более 10 лет средняя ошибка расчетов 25,4% (8,3-43,5%) и для рек бассейна Амударьи – 21,3% (11,6-41,0%). Ю.М.Денисов оценивает точность расчета максимальных расходов воды по фактическим рядам наблюдений для среднеазиатских рек не выше 20-25% [3].

Учитывая относительно непродолжительные ряды наблюдений за максимальными расходами паводков на постах Узгидромета и тот факт, что зачастую селевые максимумы превышают значения максимумов, измеренных на сети гидрологических станций, возникает необходимость совместного использования максимумов, измеренных на постах и селевых максимумов, помещенных в Справочниках [6, 7]. Очевидно, необходимо оценить однородность распределений измеренных и селевых максимумов. Такая проработка выполнена нами для 5-ти малых рек, по которым имелись продолжительные ряды наблюдений за селевыми максимумами. Проверка выполнялась с помощью χ^2 -критерия [8, 10] и результаты ее приведены в (табл. 1).

Таблица 1

Оценка однородности распределения измеренных и селевых максимумов паводков

Река	Алтынбельсай	Паркентсай	Каранкульсай	Аманкутансай	Ургутсай
$\chi^2_{\text{эмфир.}}$	12,1	20,0	6,1	12,8	2,0
χ^2_{α}	$\chi^2_{0,005}=12,8$	$\chi^2_{0,005}=20,5$	$\chi^2_{0,010}=6,6$	$\chi^2_{0,010}=14,7$	$\chi^2_{0,010}=2,7$

Таким образом, в пределах уровней значимости критерия χ^2 от 0,005 до 0,010 мы получили удовлетворительный результат, т.е. можно объединять в один статистический ряд измеренные на постах и селевые максимумы.

Как показали дальнейшие статистические расчеты, введение в расчеты селевых максимумов привело к увеличению средних значений максимальных расходов воды в 1,65 раза (Аманкутанская в 1,12 и Паркентская в 2,86 раз). Максимумы 1% обеспеченности увеличились в среднем в 1,59 раза. Также увеличились значения

коэффициентов вариации рядов в среднем в 1,09 раза. Соотношение, измеренных на постах и селевых максимумов, меняется от 1,31 (Алтынбельсай) до 2,50 (Паркентсай), а в среднем зарегистрированные максимумы увеличились в 1,73 раза. Выполненный краткий анализ результатов расчетов говорит в пользу включения в гидрологические расчеты селевых максимумов, что, по-видимому, обеспечит «запас прочности» проектных величин максимальных расходов воды.

Учитывая весьма малое число рек, для которых имеются фактические наблюдения за

максимальными расходами воды по сравнению с их общим количеством, нами предлагается рассчитывать средние максимумы паводков по значениям основных морфометрических характеристик речных бассейнов. В расчеты введены морфометрические характеристики, опубликованные в Справочниках [6, 7] – площадь

бассейна ($F \text{ км}^2$), его средняя высота ($Z \text{ км}$), средний уклон бассейна ($i_{бас}$) и густота речной сети ($D \text{ км/км}^2$).

Подбор функции выполнялся в программе *Excel поиск решения*. В результате получена формула:

$$\bar{Q}_{\max} = 0,0004 \cdot F^{1,5} \cdot Z^{3,9} \cdot i^{-2,3} \cdot D^{-1,2}, \quad (1)$$

здесь \bar{Q}_{\max} – среднее значение максимального расхода воды ($\text{м}^3/\text{с}$). Результаты расчета для 6-ти малых рек приведены в (табл. 2).

Как видно из формулы (1), в первую очередь максимумы зависят от средней высоты бассейна, определяющей, в принципе, условия увлажнения бассейна. Достаточно сильным аргументом является площадь водосбора. Получены обратные связи максимумов с

уклонами бассейнов и с густотой речной сети. Обратная связь максимального расхода воды с уклоном бассейна достаточно очевидна. К примеру, такая связь приведена в монографии Р.С. Чалова [12]. В свою очередь развитая речная сеть выполняет роль «водохранилища», аккумулирующего склоновый сток без быстрого сброса воды в русловую сеть.

Таблица 2

Расчет средних максимумов паводков

Река	F, км ²	$i_{бас}$	D, км/км ²	Z, км	$Q_{факт}$, м ³ /с	C_v	C_s	$\bar{Q}_{выч}$, м ³ /с	$\Delta \bar{Q}_{\max}$, %
Алтынбельсай	39.1	0.300	0.87	1.66	10.3	1.25	2.09	11.8	-14.8
Паркентсай	39.7	0.430	0.43	1.98	24.9	0.94	2.53	24.9	0.1
Наугарзан	92.8	0.530	0.75	1.85	21.1	0.62	0.37	20.8	1.4
Наувалисай	98.0	0.530	0.70	1.65	15.1	0.53	0.8	15.7	-3.9
Ургутсай	25.1	0.420	0.80	1.67	4.89	0.95	2.1	3.19	34.8
Аманкутансай	57.8	0.303	0.85	1.58	18.5	1.17	3.63	17.6	5.1

Отметим, наконец, что точность расчетов \bar{Q}_{\max} по морфометрическим параметрам водосборов можно считать удовлетворительной при сравнении ее с точностью расчетов по конкретным рядам наблюдений. В дальнейшем, для расчета максимумов различной обеспеченности нами получены связи коэффициентов вариации и асимметрии их от площади водосбора. Здесь надо отметить, что

поиск связи этих показателей с традиционной характеристикой горного водосбора – средней высотой бассейна не дал положительного результата, что, видимо, можно объяснить малым диапазоном высот исследуемых речных бассейнов от 1,38 км (Каранкульсай) до 1,98 км (Паркентсай). Связи коэффициентов вариации и асимметрии от площади водосбора приведены на (рис. 1).

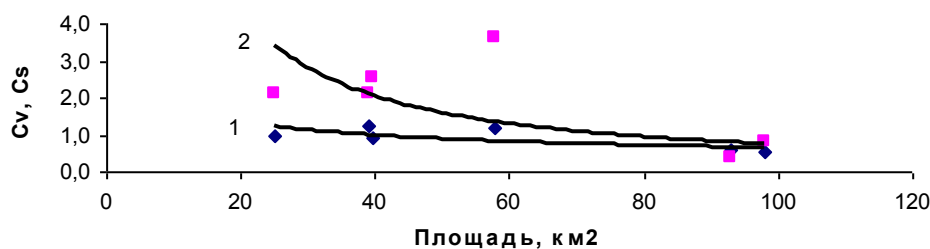


Рис. 1. Связь коэффициентов вариации (1) и асимметрии (2) средних значений максимальных расходов паводков с площадью бассейна

Как и следовало ожидать, получены обратные связи статистических характеристик с

площадью бассейна:

$$C_v = 5,48 \cdot F^{-0,47} \quad (2)$$

и

$$C_s = 124 \cdot F^{-1,11} \quad (3)$$

Также получена линейная связь между коэффициентами C_v и C_s :

$$C_s = 3,39 \cdot C_v - 1,16, \quad (4)$$

коэффициент корреляции связи $r = 0,82$. Таким образом, на основании выполненной

проработки по расчету максимальных расходов паводков можно выделить следующие моменты:

1. От правильного выбора водопропускных отверстий зависит не только стоимость сооружений, но и их сохранность (жизнеспособность).

2. Если ниже гидротехнического сооружения местность достаточно густо заселена, то проблема расчета максимального расхода воды из рамок экономики перерастает в проблему безопасности населения [4].

3. В расчетах максимальных расходов паводков следует учитывать исторические максимумы, в том числе селевые максимумы [2].

4. Обоснованием для введения в гидрологические расчеты селевых максимумов

является проверка однородности рядов измеренных на водопосту расходов воды с селевыми расходами, выполненная с помощью χ^2 -критерия.

5. В целом, рассчитанные по показателям морфометрической сети речных бассейнов максимумы дают погрешность вычислений до -15% ÷ +35%.

6. Введение в расчеты селевых максимумов приводит к увеличению всех статистических характеристик рядов максимальных расходов паводков, что уменьшает риск разрушения сооружений селевыми паводками.

Литература:

1. Виноградов Ю.Б. Математическое моделирование процессов формирования стока. - Л.: Гидрометеиздат, 1988.-312 с.
2. Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты. - Л.: Гидрометеиздат, 1979.-431 с.
3. Денисов Ю.М. Схема расчета гидрографа стока горных рек. - Л.: Гидрометеиздат, 1965.- 104 с.
4. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Гидрологические основы управления речным стоком. - М.:»Наука», 1981.- 249 с.
5. Ниязов Р.А. Геологический риск опасных экзогенных процессов Узбекистана // Материалы международного семинара «Геологические риски, оценки и уменьшение». - Ташкент: Гидроингео, 2003.- 181 с.
6. Основные гидрологические характеристики. - Том 14.-Бассейны рек Средней Азии.- Выпуск 3 (бассейн р. Амударья).- Л.: Гидрометеиздат, 1967.-с. 21-26.
7. Основные гидрологические характеристики.- Том 14.- Средняя Азия. - Выпуск 1 (бассейн р. Сырдарья).- Л.: Гидрометеиздат, 1974.-с. 43-48.
8. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. - Л., 1984.-447 с.
9. Саидов А.М., Зуфаров В.Г. Чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера на территории Республики Узбекистан // Материалы международного семинара «Геологические риски, оценки и уменьшение». - Ташкент: Гидроингео, 2003.- 181 с.
10. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики (для технических приложений). - М.: «Наука», 1965.-с.275-277.
11. Соколовский Д.Л. Речной сток.- Л.: Гидрометеиздат, 1968.-439 с.
12. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика.- Том 1 (Русловые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел.- М.: Изд-во ЛКИ, 2010.-с.300-301.
13. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на природно-ресурсный потенциал Республики Узбекистан. - Ташкент: Изд-во НИГМИ Узгидромета, 200.-251 с.
14. Чуб В.Е., Трофимов Г.Н., Меркушкин А.С. Селевые потоки Узбекистана. - Ташкент: Изд-во НИГМИ Узгидромета, 2007.-109 с.

Исакова А.Я., Сагдеев Н.З., Трофимова Ю.Г.

**КИЧИК СУВ ЙИҒИШ МАЙДОНЛАРИНИНГ МОРФОМЕТРИК КЎРСАТКИЧЛАРИ АСОСИДА
МАКСИМАЛ СУВ САРФЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ**

Резюме

Мақолада нахт тоғлардан бошланувчи кичик дарёларнинг морфометрик кўрсаткичлари асосида максимал сув сарфларини ҳисоблаш кўриб чиқилган.

Isakova A.Y., Sagdeyev N.Z., Trofimova Yu.G.

**ESTIMATION OF MAXIMUM WATER OUTLAY BASED ON MORTHOMETRIC INDICATIONS OF
SMALL WATER CATCHMENT REGION**

Resume

In article the question of calculation of the maximum expenses of water according to morphometric characteristics of the small low-mountain rivers is considered.

Рекомендуем:

проф. Хикматов Ф.Х.