

Максимальный сток дождевых паводков рек Северо-Западного Кавказа

Аннотация:

В статье раскрыты условия формирования максимального стока, выявлена высотная и долготная зональность пространственного распределения максимального стока дождевых паводков на реках Северо-Западного Кавказа.

Ключевые слова:

Северо-Западный Кавказ, максимальный сток рек, дождевые паводки, пространственная распределенность, высотная и долготная зональность.

Проблема вероятностной оценки и прогнозирования максимального стока рек является одной из актуальных задач гидрологических исследований.

Территория Северо-Западного Кавказа (Краснодарский край и Республика Адыгея) отличается большим разнообразием природных условий, влияющих на величину и режим речного стока. Важной характеристикой этого режима являются дождевые паводки, приобретающие часто катастрофический характер. На реках Черноморского побережья Кавказа и нижней части левобережья бассейна р. Кубани максимальные расходы дождевых паводков превышают пики весенних половодий. В верхней части этого бассейна, вверх от р. Лабы, на реках с высотой водосбора более 1500 м, преобладают максимумы половодий. На многих реках территории Северо-Западного Кавказа наивысшие в году расходы и уровни воды формируются чаще всего в результате выпадения интенсивных дождей и ливней, приводящих к формированию паводков. Это характерно для всех притоков р. Кубани, расположенных к западу от р. Белой, а также для рек Черноморского побережья Кавказа.

Высокие дождевые паводки формируются как кратковременными интенсивными ливнями, так и длительными обильными дождями. В пределах бассейна реки Кубани наибольшее количество осадков наблюдается обычно летом, преимущественно в июне, тогда как на юго-западных склонах Кавказа максимум осадков приходится на декабрь и январь [2].

Интенсивность дождевых паводков и соотношение их максимумов с пиками половодья определяется рядом природных факторов. К их числу относится количество и время выпадения наиболее обильных осадков. Важное значение имеет и температура воздуха, определяющая фазовое состояние осадков, зону распространения многолетних снегов и ледников и, следовательно, долю участия дождевых и талых вод в формировании половодий и паводков в разных высотных зонах.

В юго-восточной горной части Северо-Западного Кавказа, характеризующейся наибольшими высотами, главной фазой водного режима рек является летнее половодье, на волне которого формируются и отдельные пики дождевых паводков. Максимумы дождевых паводков здесь значительно ниже высоты половодий. Но в отдельные годы и здесь бывают интенсивные дожди, которые в совокупности с тальми водами формируют очень высокие паводки (или половодья, что четко разделить не всегда удается). Так, катастрофический паводок в мае-июле 1966 года было вызван необычно высокой летней температурой воздуха, способствующей более интенсивному притоку талых вод из верхней зоны гор, но главным образом – продолжительными ливнями и градом. Еще более широкие масштабы принял паводок 2002 года, когда над территорией Северного Кавказа развился уникальный синоптический процесс. В течение четырех суток в регионе шли очень интенсивные дожди (слой осадков за этот период достигал 150-170 мм). В результате максимальные уровни воды на многих реках, даже крупных, оказались наивысшими по сравнению с предшествующим периодом в 70-80 лет. Максимальный приток воды в Краснодарское водохранилище 28 июня 2002 года составил $2480 \text{ м}^3/\text{с}$, при этом максимальный расход воды в р. Кубань у г. Краснодара, по оценкам 1973 года [11] обеспеченностью в 1%, оценен лишь в $2040 \text{ м}^3/\text{с}$.

Из анализа рядов наблюдений за период 1927-1968 гг., с пропусками в них до 10 лет [11], следует, что синхронность в формировании особенно высоких дождевых паводков не намечается. Следовательно, большая часть интенсивных дождей и ливней на исследуемой территории локальны. Показательно, что даже одно из катастрофических наводнений на средней и нижней Кубани 1966 года не прослеживается в числе первых трех наиболее высоких максимумов стока ни по одной из рек, сведения по которым приведены в табл. 1.

Годы формирования наиболее высоких паводков на реках бассейна Кубани за период 1927-1968 гг. (Ресурсы..., 1973)

Порядковый номер ранжированного ряда	Река – пункт						
	М. Зелен-чук – а. Алибер-дуковский	Лаба – ст-ца Каладжинская	Белая – х. Кир-личный	Псекупс – г. Горячий Ключ	Убинка – ст-ца Северская	Иль – пгт. Ильский	Адагум – г. Крымск
1	(1931)	1939	1941	1962	1968	1944	1939
2	1952	1958	1939	1961	1940	1946	1955
3	1956	1946	1946	1957	1967	1955	1938

Далее к западу от р. Белой половодье на реках проходит уже в весенне-летний период, а обильные паводки (обычно осенние) начинают превышать его. Эта часть левобережья бассейна реки Кубани относится к Нижнекубанскому району Причерноморской паводочной области [7]. А реки Черноморского побережья Кавказа характеризуются также паводочным режимом с наивысшими паводками (чаще всего) в зимний сезон.

Главными факторами, определяющими величину слоя жидких осадков, формирующих паводки, а также коэффициент стока этих осадков в бассейне реки Кубани являются удаленность речного бассейна от акватории Азовского и Черного морей и высотное положение этого бассейна. В связи с этим, в западном направлении резко увеличиваются как модули максимального дождевого стока, так и коэффициенты стока жидких осадков. Если в верховьях р. Кубани средние значения модулей не превышают $100 \text{ л}/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$, то на реках нижней части левобережья они повышаются до $500\text{-}600 \text{ л}/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$. Что же касается водотоков Черноморского побережья, то средние значения модулей максимального стока достигают здесь $1500\text{-}2000 \text{ л}/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$. Следовательно, интенсивность паводков в пределах исследуемой территории различается в 10-15 раз.

Примерно с такой же закономерностью изменяются по территории и коэффициенты паводочного стока. Расчетные их значения изменяются от 0,50 в верховьях реки Кубани до 0,90 на юго-западных склонах Кавказа [10,11].

Естественно, что та и другая характеристики (модуль максимального стока и коэффициенты паводочного стока) изменяются во времени. Особенно это касается модулей максимального стока, вариация которых намного больше, чем среднегодового. Коэффициенты вариации C_v составляют по разным рекам величины от 0,60 до 1,00. При большой асимметрии рядов многолетних наблюдений расчетные максимумы обеспеченностью 1% могут превышать средние в 3-5 раз. Что касается коэффициентов стока, то они довольно сильно меняются в зависимости от характера поверхности речного бассейна, а их изменчивость во времени определяется главным образом различным предшествующим паводку увлажнением почвогрунтов.

Такое разнообразие условий формирования дождевых паводков и различная их интенсивность требуют дифференцированного подхода к расчету их статистических параметров, для чего необходим анализ имеющейся режимной информации.

Обобщение материалов гидрологических наблюдений за дождевыми паводками и расчет статистических параметров максимального стока были выполнены по 65 постам за период от 13 до 40 лет при составлении справочников по водным ресурсам [10, 11]. При этом по 52 постам выполнено приведение средних значений стока к многолетнему периоду, а по остальным – за 12-18 лет, даны лишь средние арифметические значения дождевых максимумов. На основе полученных при составлении этих справочников значений нормы максимального стока, а также коэффициентов вариации и асимметрии, была разработана методика оценки этих параметров по неизученным рекам.

Авторы справочников по водным ресурсам считают [10, 11], что в ряде случаев расчетные значения стока сильно отличались от фактических. Это можно объяснить главным образом тем, что указанная методика очень слабо учитывает местные природные условия формирования дождевых паводков, так как она была основана на уже давно применяемой в этих целях редуционной теории [12]. Представление о редуции, или убывании, модулей максимального стока q , $\text{л}/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$, по мере увеличения водосборной площади рек, распространяются не только на малые, но и на средние реки с площадью их бассейна в десятки тысяч км^2 . В этих условиях картографирование модулей, поставленных в зависимость от площади, или другое их пространственное обобщение, исключились. Ошибочное распространение явления редуции модулей максимального стока на обширные площади объясняется использованием для этого математически некорректной связи модулей максимального стока исследуемых рек какого-либо района с размерами их водосборных площадей. Если учесть, что модуль стока q представляет собой частное от деления расхода воды Q , $\text{м}^3/\text{с}$, на величину площади водосбора F , км^2 , то в некорректности корреляции $q = Q/F = f(F)$ нетрудно убедиться.

В последнее время выполнен ряд исследований [3, 5, 6, 9 и др.], которые показывают, что в действительности редуция модулей максимального стока ограничивается пределами лишь малых элементарных водосборов. Поэтому анализ их пространственной изменчивости по большинству рек вполне правомерен. В связи с этим, используя ту же исходную информацию [10, 11], правомерно исследовать влияние на величину средних модулей максимального стока вертикальной поясности климата и степени уда-

ленности речных бассейнов от акваторий Азовского и Черного морей.

В результате исследований бассейна реки Кубани, при котором учтены данные и по его верхней части в пределах Ставропольского края, выявлено, как и для годового стока [8], возрастание модулей максимального стока рек q по мере увеличения средней высоты их водосборов $H_{ср}$.

Необходимо отметить, что вертикальная поясность в распределении этого элемента стока неоднозначна и проявляется на фоне воздействия другого, более важного фак-

тора – резкого снижения интенсивности дождевых паводков по мере движения от низовий левобережья к верховьям реки Кубани, несмотря на повышение местности в этом направлении. Такую пространственную изменчивость модулей максимального дождевого стока в пределах указанной территории можно, очевидно, назвать долготной зональностью, или секторностью [4], а степень удаленности речных бассейнов от акватории морей выразить градусами географической долготы (табл. 2).

Таблица 2.

Пространственная изменчивость максимального дождевого стока в бассейне реки Кубани

Территория	Характеристики частных водосборов				Средний модуль максимального стока, q , л/(с·км ²)	Градиент модуля, л/с·км ² /100 м
	количество	географическая долгота центров, λ°	площадь, км ²	средняя высота, м		
Нижнее левобережье бассейна Кубани от р. Гечепсин до р. Псекупс	15	37,8-39,1	35-765	80-300	100-660	250
р. Шиш	2	39,4-39,5	710-1480	370-510	260-590	220
р. Пшеха	3	39,7-39,8	620-2040	670-1000	210-550	85
Бассейн р. Белой	5	40,0-40,2	60-765	300-1300	130-350	20
р. Белая	5	40,1-40,2	550-1850	1300-1600	170-350	25
Бассейны рек Б. зеленчук, Уруп и Лаба	13	40,7-41,5	130-3370	900-2500	15-120	7
Верховье бассейна р. Кубани	13	41,5-42,2	45-4160	1900-2800	25-70	(2)

Совершенно иной характер распределения по высоте модулей максимального дождевого стока наблюдается на юго-западном склоне Кавказа. К югу от р. Туапсе и до реки Псоу модули максимального дождевого стока с высотой местности не возрастают, а уменьшаются. Парадоксальное, на первый взгляд, явление объясняется тем, что атмосферные осадки здесь наиболее обильны зимой. В нижней зоне гор они выпадают в виде дождя, а в верхней – снега. Следовательно, чем больше высота водосбора, тем меньшая его часть охватывается интенсивным дождем, формирующим паводок, а снег, если даже он потом быстро стаивает, поставит талую воду в русло реки уже позже и с меньшей интенсивностью. Примерную границу этих двух генетически различных высотных зон формирования зимних паводков в горах определил впервые П.С. Кузин [7] и связал ее со среднемесячной температурой января, равной +2°C. Изотерма января, соответствующая этой величине в исследуемом районе, как раз проходит примерно по середине общего диапазона высот [1].

В заключение следует подчеркнуть, что выявленная зональность в пространственном распределении модулей максимального дождевого стока противоречит существующему представлению о их редукции по площади в широких пределах. Ограничение редукции модулей максимального дождевого стока водосборами лишь самых малых водотоков позволяет применять в расчетах параметров дождевых максимумов стока неизученных рек методические приемы, имеющиеся для оценки годового стока. Выполненные исследования показали, что при детальном анализе природных особенностей территории Северо-Западного Кавказа может быть выработан альтернативный

подход к оценке максимального паводочного стока неизученных рек, которые базируются на следующих основных положениях:

- редукция модулей максимального дождевого стока в пределах исследуемой территории имеет ограниченный характер (площадью до 200 км²);
- максимальный сток всех других малых и средних рек, формируемый в сходных природных условиях, можно считать зональным и модули этого стока можно картографировать, увязывая с высотой;
- возможность использования для расчетов максимального стока неизученных рек классическую схему с определением трех статистических параметров: \bar{q} , C_v и C_s .

Примечания:

1. Атлас: Краснодарский край и Республика Адыгея. – Минск: Белгеодезия, 1996. – 48 с.
2. Батова В.М. Климат. Природные условия и естественные ресурсы Северного Кавказа / В.М. Батова. – Ростов-н/Д.: Изд-во РГУ. – С. 79-117.
3. Деффо Дезире. Формирование и расчет максимальных расходов воды рек Республики Камерун: Автореф. дис. на соиск. учен. ст. к.г.н. / Дезире Деффо. – СПб.: 2000. – 19 с.
4. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование / А.Г. Исаченко. – Л.: Высшая школа, 1991. – 366 с.
5. Комлев А.М. К оценке максимального стока неизученных рек / А.М. Комлев // Тр. ГТИ, 1992. – Вып. 357. – С. 109-115.
6. Комлев А.М. Закономерности формирования и методы расчета речного стока / А.М. Комлев. – Пермь: Изд-во ПГУ, 2002. – 162 с.

7. Кузин П.С. Закономерности распределения дождевых паводков на территории СССР / П.С. Кузин // Тр. IV Всесоюзн. гидрол. съезда. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – Т. 2. – С. 388-396.
8. Мельникова Т.Н. Водоносность рек Северо-Западного Кавказа / Т.Н. Мельникова, А.М. Комлев. – Майкоп: Изд-во «Качество», 2003. – 132 с.
9. Нежиховский Р.Е. Об уточнении метода расчета максимального расхода весеннего половодья при отсутствии наблюдений / Р.Е. Нежиховский, М.А. Жукова, Г.И. Поликарпов // Тр. ГГИ, 1992. – Вып. 357. – С. 80-108.
10. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – Т. 9. Закавказье и Дагестан. – Вып. 1. Западное Закавказье. – 313 с.
11. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – Т. 8. Северный Кавказ. – 447 с.
12. Соколовский Д.Л. Речной сток / Д.Л. Соколовский. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 527 с.