
УДК 556.5.048 (470.6)
ББК 26.222.5 (235.7)
М 48

Мельникова Т.Н.

Кандидат географических наук, доцент кафедры географии факультета естествознания Адыгейского государственного университета, профессор РАН, Майкоп, тел. (8772) 59-39-36, e-mail: melnikova-agu@mail.ru

Максимальный сток талых вод рек Северо-Западного Кавказа (Рецензирована)

Аннотация

Рассмотрены условия формирования максимального стока половодья рек Северо-Западного Кавказа, выполнен анализ методов расчета максимального стока талых вод. Представлена альтернативная методика расчетов максимального стока талых вод, что расширяет теоретические и прикладные аспекты региональных гидрологических исследований по оценке экстремальных характеристик стока.

Ключевые слова: *Северо-Западный Кавказ, максимальный сток талых вод, максимальный расход, методы расчета максимального стока половодья рек, коэффициент вариации стока талых вод, альтернативная методика расчета максимального стока.*

Melnikova T.N.

Candidate of Geography, Associate Professor of Geography Department of Natural Science Faculty, Adyghe State University, Professor of the Russian Academy of Natural Sciences, Maikop, ph. (8772) 56-37-77, e-mail: melnikova-agu@mail.ru

Maximum thawed snow runoff in the rivers of the North-West Caucasus

Abstract

The paper discusses the formation conditions of the maximum high water runoff in the rivers of the North-West Caucasus. An analysis is made of methods of calculation of the maximum thawed snow runoff. The author presents the alternative technique of calculations of the maximum thawed snow runoff which expands the theoretical and applied aspects of regional hydrological researches on an assessment of extreme characteristics of a runoff.

Keywords: *North-West Caucasus, maximum thawed snow runoff, maximum expenditure, methods of calculation of the maximum runoff of a high water in the rivers, coefficient of a variation of the thawed snow runoff, alternative method of calculation of the maximum runoff.*

Большое разнообразие природных условий в пределах территории Северо-Западного Кавказа в полной мере отражается на формировании максимальных расходов половодья, на их пространственно-временной изменчивости. Далеко не на всей исследуемой территории пики половодий бывают максимальными в году. Это характерно лишь для верховий р. Кубань, а также для ее притоков: Большой и Малый Зеленчук, Уруп, Лаба и правобережье р. Белой. Для всей этой территории Северо-Кавказским управлением гидрометслужбы был выполнен анализ материалов многолетних гидрометрических наблюдений и предложена методика оценки параметров максимального стока талых вод по неизученным рекам [1].

Некоторые материалы по максимальному стоку половодья рек этой территории были обобщены сотрудниками Московского госуниверситета [2] и предложена методика оценки этого стока для неизученных рек.

В распоряжении автора выполненной работы имелись сведения по 41 гидрологическому посту, из них на реках Кубань и Белая – 19 постов, на их притоках – 22. Поэтому задача настоящей работы заключается как в детальном анализе имеющейся режимной информации, так и в выработке оптимального подхода к оценке максимального стока талых вод на основе возможно полного учета природных условий его формирования.

Условия формирования максимального стока половодий

Территория, где преобладают максимумы талых вод, разделена [1] на 3 района (рис. 1).

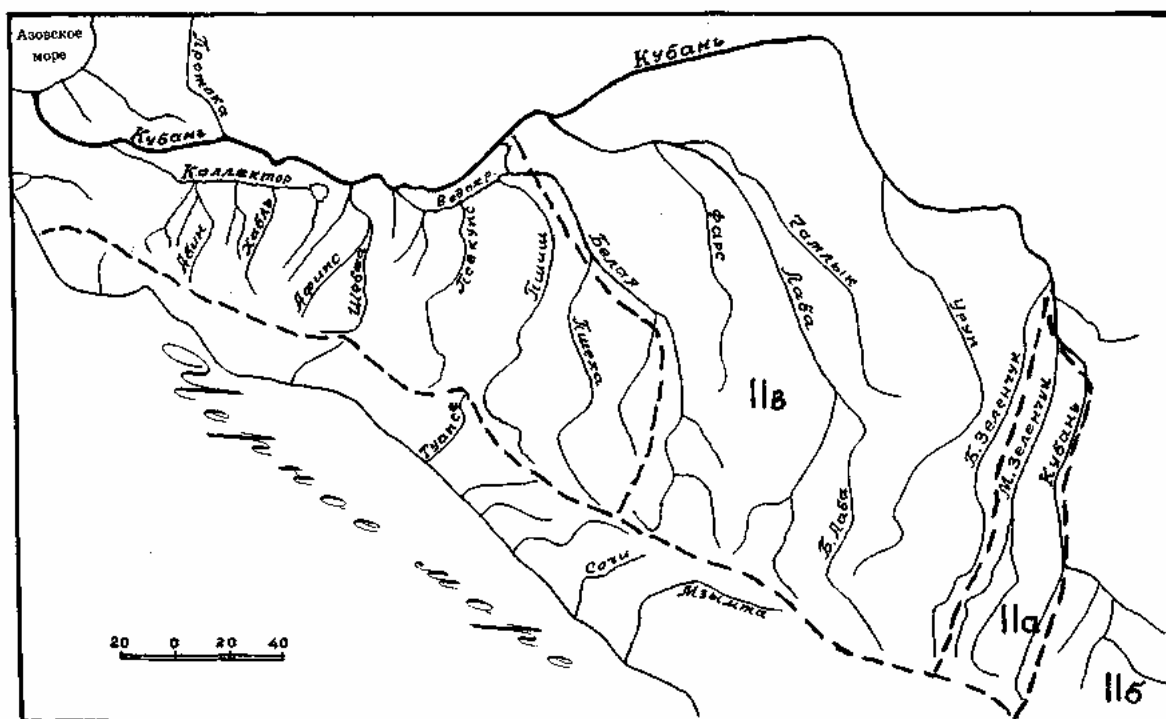


Рис. 1. Фрагмент схемы районирования территории Северного Кавказа по характеру водного режима рек и формированию максимальных расходов воды [1]

К району Па отнесен ряд левых притоков р. Кубань со средней высотой их водосборов 1900-2700 м и площадью 450-1300 км², на которых имеются данные по 6 постам. Район Пб включает территорию верховьев р. Кубань. Однако по этому району нет никаких данных, и рекомендации по оценке максимального стока не приводятся.

Наиболее обширную часть горной территории занимает район Пв, где имеются сведения по 23 постам на реках с водосборной площадью от 130 до 12000 км² и средней ее высотой 400-2400 м. Продолжительность наблюдений здесь колеблется от 12 до 34 лет.

Все реки группы районов П характеризуются весенне-летним половодьем, а в высокогорных бассейнах – и летним, формируемым тальми водами ледников и многолетних снегов. На высотах 2000-2800 м объем половодья составляет около 70-80% годового стока, а в самой верхней зоне гор (2800-3500 м) – 80-85%.

Соответственно климатическим условиям резко изменяется величина слоя стока весеннего половодья. По данным наблюдений средний слой стока за половодье изменяется от 10-15 мм в пределах Азово-Кубанской равнины до 1200-1400 мм на высотах 2200-2400 м, а в самой верхней зоне – и значительно более. Резко изменяется по территории и коэффициент стока талых вод. Если в бассейнах рек степной зоны в стоке половодья участвует лишь 25-30% запасов воды в снеге, то по мере увеличения высоты местности и соответствующего изменения климата и структуры водного баланса эта величина возрастает в горах до 80-90%. Еще в большем диапазоне изменяется по территории средний модуль максимального стока. В пределах степной равнины он состав-

ляет 5-10 л/с·км² и, постепенно повышаясь, по мере увеличения высоты местности в высоких горах достигает 400 л/с·км² и более. Максимальные значения обеспеченностью 1% превышают здесь 1000 л/с·км². В зависимости от этих же различий климатических факторов стока изменяются и средние сроки прохождения пиков половодья: на степных реках – это февраль-март, а на реках высокогорья со значительной долей в формировании стока ледников и высокогорных снегов – в период наиболее интенсивного их таяния в июле и августе.

Многолетняя изменчивость максимальных расходов половодья значительно больше, чем изменчивость годового стока. Так, если коэффициенты вариации годового стока изменяются по территории от 0,10-0,20 на высотах более 1500 м до 0,50-0,55 на реках Азово-Кубанской равнины [3], то вариация максимумов талых вод соответственно возрастает от 0,20-0,40 до 1,25. Обусловлено это гораздо большим числом факторов, определяющих величину максимального расхода, и разным их сочетанием в отдельные годы.

Процессы формирования половодий и особенно их пиков в значительной степени определяются местными особенностями весенне-летних процессов таяния сезонных и многолетних снегов, а также ледников. Различно и участие в формировании высоты половодья жидких осадков.

Общий анализ многолетней изменчивости высоких половодий и паводков на реках России выполнен Б.Д. Зайковым [4], однако р. Кубань и ее бассейн в его работе не представлены. По горным районам России обширный обзор литературы был сделан Л.А. Владимировым [5], но здесь нет конкретных данных по анализу максимального стока рек Северо-Западного Кавказа.

Большая работа по восстановлению на основе исторических документов сведений о высоких половодьях на р. Кубань в районе г. Краснодара за 1700-1910 гг., а также анализ фактических данных за 1911-1979 гг. выполнены учеными Кубанского госуниверситета В.И. Коровиным и Г.А. Галкиным [6]. В результате установлено, что высокие половодья, не связанные с подпорными явлениями, наиболее часто повторяются в июне-июле за счет суммарного воздействия талых и дождевых вод, а высокие половодья в марте-апреле формируются главным образом подпорами из-за заторов льда. Анализа периодичности (цикличности) многолетнего изменения максимумов половодья не приводится. По качеству исходной информации следует отдать предпочтение данным Северо-Кавказского УГМС, тем более что перед составлением подобных изданий в учреждениях гидрометслужбы проводился не только более детальный анализ режимной информации, но и уточнение гидрографических характеристик речных бассейнов.

Анализ методов расчета максимального стока половодья неизученных рек

Методика расчета максимального стока половодья для случая полного отсутствия материалов гидрометрических измерений, разработанная Государственным гидрологическим институтом (ГГИ) под руководством А.А. Соколова [7], основана на теории редукции этого стока по площади, т.е. уменьшения модуля стока по мере возрастания этой площади. При этом пределы влияния редукции распространяются на многие десятки тысяч квадратных километров. Рекомендации по расчетам максимального стока неизученных рек, основанные на этой теории, изложены были в нормативных документах.

Необходимо отметить, что использование в изложенном методе ГГИ слоя весеннего стока как главного параметра было вынужденным, поскольку явление редукции распространялось на большие площади и поэтому значения модуля максимального стока нельзя было обобщать по территории, например, картографировать или увязывать со

средней высотой в горах.

Авторы справочника по водным ресурсам Северного Кавказа [1] использовали в своих разработках эту же концепцию, предложив для оценки максимумов стока талых вод упрощенную, но тоже редуцированную формулу.

Методика Северо-Кавказского УГМС привела к большим и очень большим погрешностям. Среднее отклонение вычисленных максимумов стока обеспеченностью 1% составило $\pm 30\%$, а наибольшие достигли 79% (р. Маруха), 93% (р. Уллу-Кам) и даже 169% (р. Чамлык) [1]. Главная причина таких погрешностей заключается в том, что связи между слоем стока за половодье и максимальным расходом часто не четко выражены.

Для анализа имеющейся информации о максимальном стоке талых вод автором принята за основу более простая и более физически обоснованная методика расчета этого стока по неизученным рекам с использованием сведений об основных климатических факторах его формирования, а также современных представлениях о весьма ограниченных пределах его редукции по площади.

Все климатические факторы, определяющие норму максимального стока, характеризуются достаточно четким территориальным распределением в соответствии с вертикальной поясностью в горах. Это подтверждается соответствующим распределением годовой суммы осадков, запасов воды в снежном покрове [8] и слоя стока талых вод. Все это позволяет использовать при анализе максимального стока горных рек сведения о средней высоте их водосборов как интегральном показателе морфологических и гидрометеорологических условий [9], а также картографировать модули этого стока для анализа его пространственного распределения.

В соответствии с этим, прежде всего, была исследована связь модулей максимального стока талых вод со значениями средней высоты речных бассейнов. В результате по рекам, расположенным в районах Па и Пв (рис. 1), получены две достаточно четкие зависимости (рис. 2), отражающие различие природных условий в 2-х районах данной территории. Район 1 охватывает бассейны рек Большой Зеленчук, Уруп и Лаба; район 2 – р. Белая, ее правобережье и бассейн р. Фарс.

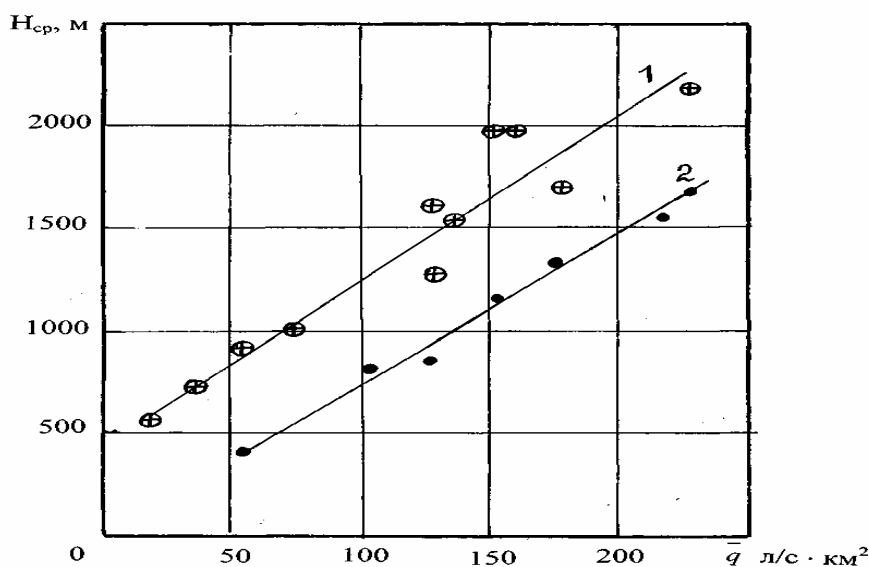


Рис. 2. Зависимость нормы максимального стока талых вод от средней высоты водосборов: 1 – бассейны рек Б. Зеленчук, Уруп, Лаба; 2 – р. Белая, ее правобережье и бассейн р. Фарс

Первая зависимость получена по данным наблюдений в 13 пунктах, из которых 2 – относящиеся к категории малых (р. Кызыч и р. Бескес) с водосборной площадью 151 и 128 км². В связи с этим они исключены из аппроксимации зависимости $\bar{q} = f(H_{cp.})$. Аналогичная ситуация и по 2-ому району, где имеются сведения по 9 пунктам, из которых 2 также отклонились от четкой зависимости. Оставшиеся 11 и 7 пунктов по обоим районам демонстрируют четкую связь средних модулей максимального стока с высотой, которая может быть использована при разработке альтернативного варианта оценки этого параметра по неизученным рекам, за исключением самых малых (с площадью водосборного бассейна ориентировочно менее 200-300 км²) в пределах высот более 500 м.

Для территории районов Па и Пв исследована связь средних модулей максимального и годового стока горных рек с применением более полных сведений о годовом стоке (рис. 3). Такая связь действительно намечается, но она не может быть рекомендована для оценки максимального стока по годовому. Значительное рассеивание точек на графике объясняется не столько разной степенью надежности исходной информации, сколько различной внутригодовой зарегулированностью стока. И если в большинстве случаев коэффициент $K = \bar{q}_{max} / \bar{q}_r$ и равен 5–6, то по ряду рек он намного превышает эти значения. Так, по трем створам на р. Уруп он составляет 10,9-13,4. Еще больше он по рекам Бескес и Дах.

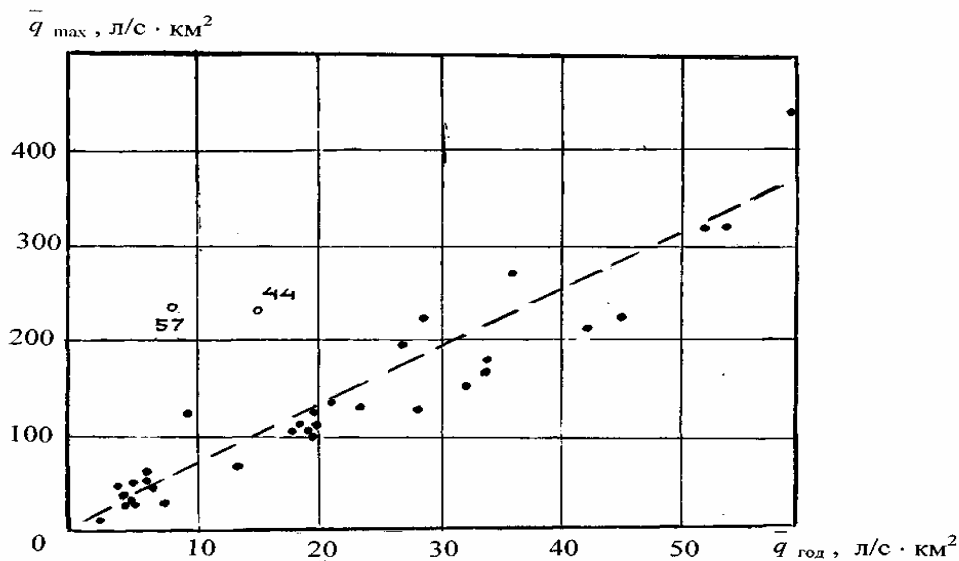


Рис. 3. Связь средних модулей максимального и годового стока горных рек

Степень естественного регулирования стока во многом зависит от размеров водосборного бассейна. В целом по рассматриваемым рекам, в силу влияния других факторов стока, эта зависимость не просматривается, по отдельным крупным рекам она вполне четко проявляется. Примером могут служить данные по 11 створам на р. Кубань от ее верховий до г. Краснодара (рис. 4).

Таким образом, расчет максимального стока неизученных рек в данном методическом плане может принести положительные результаты только после учета еще одного фактора – коэффициента естественной зарегулированности.

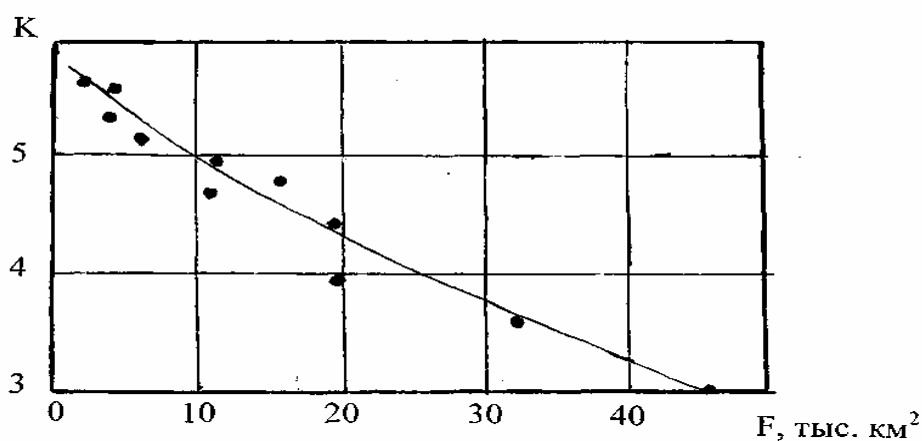


Рис. 4. Зависимость коэффициента естественной зарегулированности (K) от размеров площади водосбора р. Кубань

Вторым статистическим параметром классической схемы расчета является коэффициент вариации максимального стока талых вод C_V . Анализ имеющихся данных [9] показал, что наиболее четко выраженная связь имеется у коэффициентов вариации со средней высотой водосборов $H_{cp.}$, определяющей специфику гидрометеорологических условий в разных высотных зонах (рис. 5).

Связь для районов Па и Пв получилась единой (рис. 5).

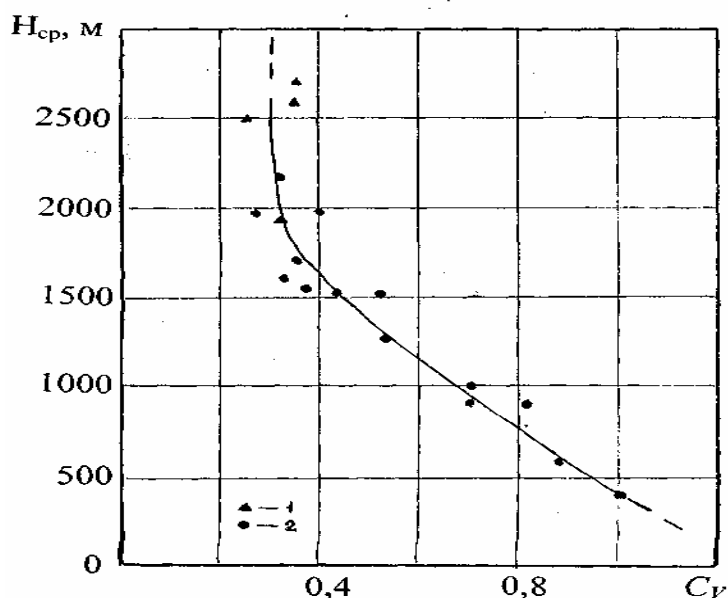


Рис. 5. Зависимость коэффициентов вариации максимального стока талых вод от средней высоты речных водосборов: 1 и 2 – пункты районов Па и Пв соответственно

Связь $C_V = f(H_{cp.})$ может быть использована (при последующем уточнении исходных параметров) для оценки коэффициентов C_V в пределах высот 400-2500 м и водосборных площадей 200-10000 км².

Построение на основе полученных зависимостей $\bar{q} = f(H_{cp.})$ и $C_V = f(H_{cp.})$, представленных на рисунках 2 и 5, карт изолиний вполне возможно. Карты при сложном горном рельефе всегда менее надежны, чем эмпирические зависимости. При необходимости для иллюстрации характера пространственного распределения этих параметров указанные карты можно составить на основе обобщения уже более полной информации.

Что же касается третьего статистического параметра, необходимого для расчетов максимального стока талых вод – коэффициента асимметрии C_S , то его соотношение с коэффициентом C_V требует уточнения по наиболее длительным рядам наблюдений. Приведенные в гидрологических работах соотношения свидетельствуют, что в большинстве случаев оно равно $C_S = 4C_V$. Нередки случаи и таких соотношений, как $C_S = 2C_V$ и $C_S = 3C_V$, эти соотношения требуют увязки по длине рек, а также сопоставления с данными по рекам-аналогам.

Выводы

1. Методика ГГИ по расчету максимального стока талых вод по неизученным рекам, основанная на теории редукции этого стока, требует существенной переработки, так как действительные пределы площади редукции ограничиваются лишь малыми водосборами. Это позволяет для расчетов и максимумов стока талых вод применять классическую схему, основанную на оценке трех статистических параметров: нормы стока, коэффициентов вариации и асимметрии.

2. Главными природными факторами формирования стока горных рек Северо-Западного Кавказа, в том числе и максимального стока талых вод, являются вертикальная поясность климата, а также его изменение с запада на восток, по мере удаления от акватории Черного и Азовского морей, это позволяет устанавливать локальные зависимости модулей максимального стока талых вод рек от средней высоты их бассейнов и использовать их для оценки этого стока по неизученным рекам.

3. В качестве альтернативной методики расчетов максимального стока талых вод может быть использована и его связь с годовым, но при обязательном учете второго фактора – показателя естественной зарегулированности стока, зависящего прежде всего от величины водосборной площади.

Примечания:

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Л.: Гидрометеоздат, 1973. Т. 8. Северный Кавказ. 447 с.
2. Быков В.Д., Федоров В.М. Максимальный сток рек бассейна Кубани // Многолетние колебания стока и вероятностные методы его расчета. М.: Изд-во МГУ, 1967. С. 214-224.
3. Мельникова Т.Н., Комлев А.М. Водоносность рек Северо-Западного Кавказа. Майкоп: Качество, 2003. 132 с.
4. Зайков Б.Д. Высокие половодья и паводки на реках СССР за историческое время. Л.: Гидрометеоздат, 1954. 135 с.
5. Владимиров Л.А. К истории исследований

References:

1. Resources of the surface waters of the USSR. L.: Gidrometeoizdat, 1973. Vol. 8. The North Caucasus. 447 pp.
2. Bykov V.D., Fedorov V.M. Maximum flow of the rivers of the Kuban basin // Long-term patterns of flow and probabilistic methods of its calculation. M.: MSU publishing house, 1967. P. 214-224.
3. Melnikova T.N., Komlev A.M. Water content of the rivers of the North-Western Caucasus. Maikop: Kachestvo, 2003. 132 pp.
4. Zaykov B.D. High floods and high waters on the rivers of the USSR for historic time. L.: Gidrometeoizdat, 1954. 135 pp.
5. Vladimirov L.A. On the history of researches

-
- закономерности стока в горных областях. Тбилиси: Изд-во АН Груз. ССР, 1960. 146 с.
6. Коровин В.И., Галкин Г.А. Генетическая структура наводнений и паводков на реках Северо-Западного Кавказа за 275-летний период // Известия АН СССР. Сер. География. 1979. № 3. С. 90-94.
7. Соколов А.А. Методика расчета максимальных расходов талых вод при отсутствии или недостаточности гидрологических данных // Труды ГГИ. Л.: Гидрометеоздат, 1966. Вып. 134. С. 3-71.
8. Кузин П.С. Классификация рек и гидрологическое районирование СССР. Л.: Гидрометеоздат, 1960. 455 с.
9. Комлев А.М., Мельникова Т.Н. Водный режим рек Северо-Западного Кавказа. Закономерности формирования и методы расчета. Пермь: Изд-во ПГУ, 2008. 112 с.
- of regularity of flow in mountain areas. Tbilisi: Publishing house of the Georg. SSR, 1960. 146 pp.
6. Korovin V.I., Galkin G.A. Genetic structure of floods and high waters on the rivers of the North-Western Caucasus for the period of 275 years // News of the USSR Academy of Sciences. Series Geography. 1979. No. 3. P. 90-94.
7. Sokolov A.A. Methods of calculation of the maximum discharge of thawed snow water in the absence or lack of hydrological data // GGI Proceedings. L.: Gidrometeoizdat, 1966. Iss. 134. P. 3-71.
8. Kuzin P.S. Classification of the rivers and hydrological division into districts of the USSR. L.: Gidrometeoizdat, 1960. 455 pp.
9. Komlev A.M., Melnikova T.N. Water regime of the rivers of the North-Western Caucasus. Laws of formation and calculation methods. Perm: PGU publishing house, 2008. 112 pp.