

А. Н. Важнов

Формулы для расчета коэффициентов вариации годового стока в условиях провидаемого покрова

(Представлено И. В. Егиазаровым 18 I 1951)

Практика гидроэнергетического строительства ставит перед гидрологами задачу расчета многолетней изменчивости годового стока рек.

При наличии длительных наблюдений (более 15—20 лет) эта задача может быть приближенно решена путем построения кривой обеспеченности среднегодовых расходов. При этом, для экстраполяции кривой заранее задается вид функции распределения вероятностей, и данные наблюдений служат лишь для определения значения параметров этой функции*.

В практике гидрологических расчетов наиболее употребительной является асимметричная одномодальная кривая распределения Пирсона 3 рода, с конечным минимальным значением аргумента и неограниченно возрастающим максимальным. Эта кривая характеризуется тремя параметрами: средним значением ряда, коэффициентом вариации и коэффициентом асимметрии.

При отсутствии или недостаточной длительности наблюдений для определения параметров кривой обеспеченности прибегают к косвенным, приближенным способам. При этом в первую очередь требуется определить коэффициент вариации.

Для выяснения факторов изменчивости годового стока рассмотрим уравнение водного баланса отдельного гидрологического года в виде

$$Y = X - Z \pm U \pm W.$$

В этом уравнении: X — годовая сумма атмосферных осадков в бассейне, Y — годовой сток, Z — испарение, U — пополнение или убыль запасов подземных вод и W — подземный переток воды через водораздел.

* Непосредственное определение вида функции распределения по данным наблюдений невозможно ввиду недостаточной их длительности для этой цели.

Каждый из элементов, стоящих в правой части уравнения, характеризуется своей изменчивостью в многолетнем разрезе, т. е. своим коэффициентом вариации. Следовательно, изменчивость стока зависит от изменчивости этих величин.

Первые два слагаемых правой части уравнения указывают на то, что вариация годового стока зависит в первую очередь от климатических факторов. Последние, как известно, выравниваются для больших территорий, и изменчивость стока, таким образом, должна уменьшаться с увеличением площади бассейнов.

Третье слагаемое — пополнение или убыль запасов подземных вод — может быть выражено в виде:

$$U = \frac{T \int dt \int_{\Omega} a d\omega}{\Omega}, \text{ где}$$

a — количество воды, пополнившей подземный запас или расходуемой им за единицу времени, отнесенное к единице площади водосбора, Ω — площадь водосбора, а T — время, в нашем случае равное году.

Величина a , Ω , следовательно, и U , зависят от геологического строения бассейна.

В районах с сильно проницаемым покровом значение U больше по абсолютной величине, а следовательно, будет больше и подземное питание рек. Последнее отличается, как известно, более равномерным режимом, чем поверхностный сток. Вследствие этого реки в районах с проницаемым покровом должны отличаться более зарегулированным стоком и менее изменчивым по годам.

С увеличением площади бассейнов, особенно в равнинных условиях, с одной стороны выравниваются их гидрогеологические характеристики, а с другой — относительно возрастает роль подземного стока.

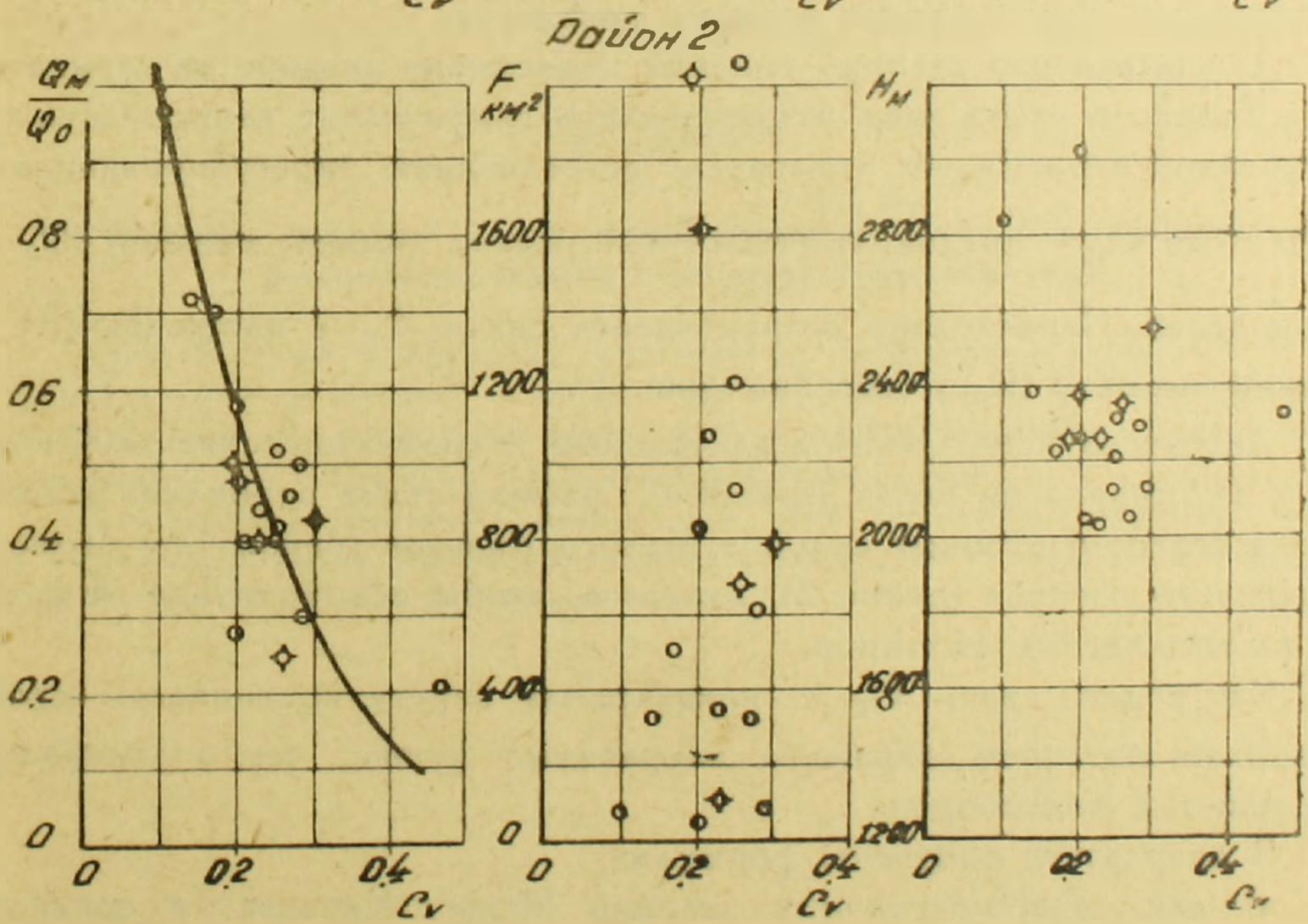
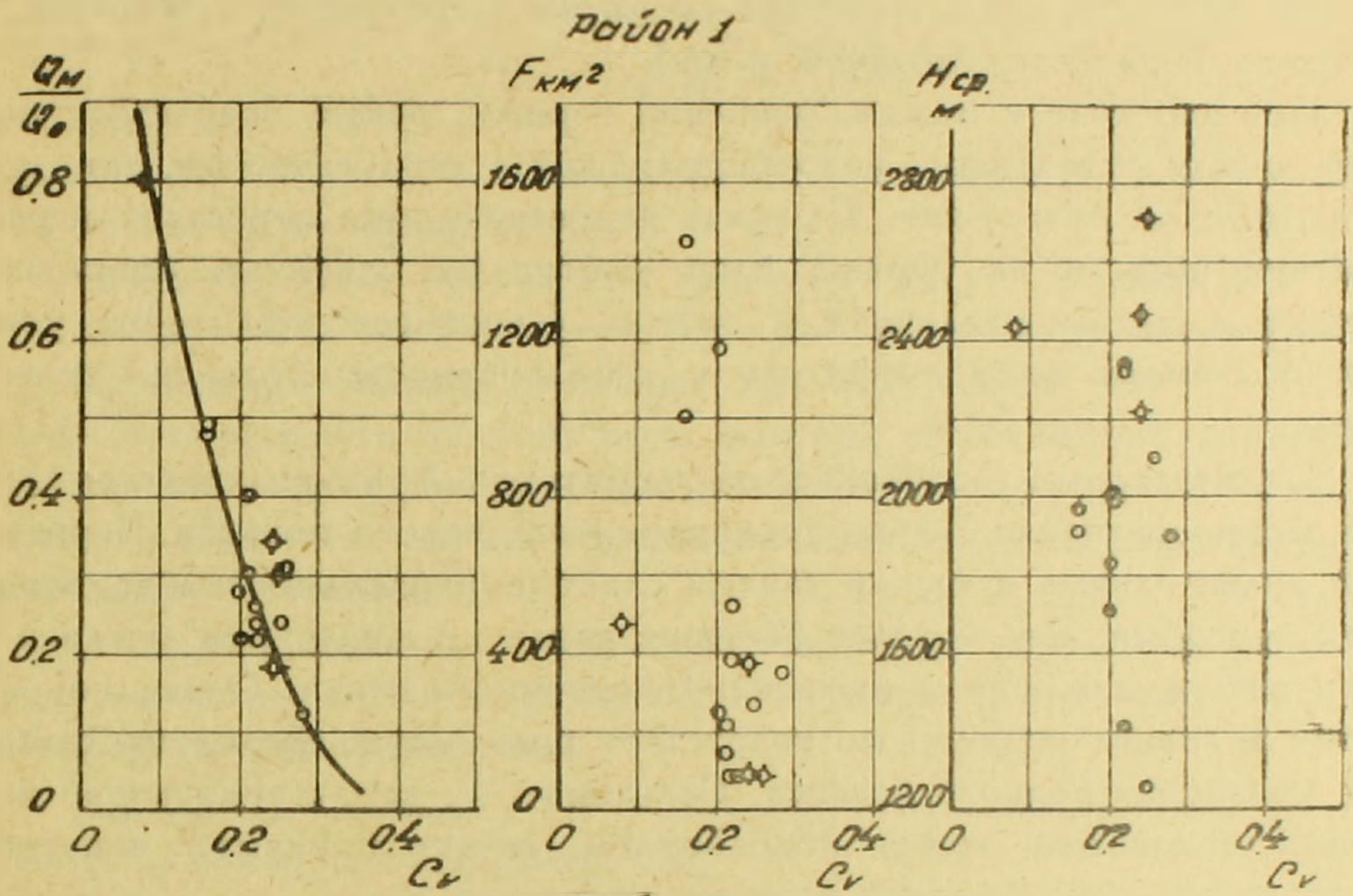
В результате этого изменчивость стока с увеличением размеров бассейна должна уменьшаться.

Последнее слагаемое — подземный водообмен между соседними водосборами — может быть выражено:

$$W = \frac{T \int dt \int_S b ds}{\Omega}, \text{ где}$$

b — количество воды, втекшей или вытекшей на единицу длины водораздела в единицу времени; S — длина водораздела.

С увеличением площади водосбора величина W убывает с отношением $\frac{S}{\Omega}$. Учитывая также то обстоятельство, что величины перетока через водораздел на разных участках могут иметь противоположные знаки, величина W для больших бассейнов становится пренебрежимо



малой по сравнению с другими слагаемыми уравнения, и при практических расчетах ею часто пренебрегают.

Всё вышеизложенное позволяет сделать вывод, что влияние перечисленных выше факторов на изменчивость годового стока может быть в известной степени учтено размерами бассейна.

Поэтому большинство эмпирических формул для расчета коэффициента вариации в качестве основного, а подчас и единственного аргумента имеют площадь бассейна (формулы Соколовского, Менкеля и Крицкого, Шевелева, Антонова и др.).

При переходе к малым, особенно горным, рекам, возрастает различие между отдельными водосборами как в геологическом, так и в климатическом отношении. Площадь водосбора уже перестает играть заметную роль, и на первый план выступают основные природные факторы и притом различные в разных физико-географических условиях (подземные воды, озерность и заболоченность, ледники, рельеф и др.)

Отличительной особенностью территории Армении является большое распространение сильно проницаемого лавового покрова. Наряду с этим, значительные площади заняты слабопроницаемыми или водоупорными породами. Это создает большие различия в условиях питания и стока рек, и особенно в отношении подземного стока. Очевидно, что в этих условиях неизмеримо возрастает роль двух последних слагаемых уравнения водного баланса. Слагаемое W , характеризующее подземный водообмен между водосборами, может принимать значения, соизмеримые с остальными членами уравнения.

Для выяснения степени влияния подземного питания на изменчивость годового стока нами исследовались графические зависимости коэффициентов вариации от показателя естественной зарегулированности $\frac{Q_m}{Q_0}$, где Q_m — средний минимальный расход зимней межени, Q_0 — норма стока. Параллельно исследовалась связь C_v с площадью (F) и средней высотой (H_{cp}) бассейна (рис. 1).

Для этого использованы длительные гидрометрические наблюдения в 34 створах на реках Армении. Графики связи строились отдельно для северо-восточных склонов Малого Кавказа (район 1) и области Армянского нагорья (район 2), для того, чтобы освободиться от влияния климатических факторов.

Как видим, связь C_v с показателем зарегулированности стока подземным питанием выражена несравнимо лучше, чем с площадью или высотой водосборов.

В результате получены формулы:

а) для северо-восточных склонов Малого Кавказа (в пределах Армении)

$$C_v = 0,51 - 0,21 \lg \frac{Q_m}{Q_0}; *$$

б) для Армянского вулканического нагорья

$$C_v = 0,93 - 0,42 \lg \frac{Q_M}{Q_0} \cdot *$$

Проверка формул на материалах наблюдений дала среднюю погрешность 10,6%. Если учесть, что вероятная ошибка вычисления C_v по ряду наблюдений в 15 членов, вычисляемая по известной формуле

$$m_{C_v} = \frac{0,674}{\sqrt{2n}} \sqrt{1+2C_v^2},$$

равна около 13%, точность вышеприведенных формул следует признать вполне удовлетворительной.

Таким образом, полученные формулы могут служить для практических расчетов коэффициентов вариации стока неизученных рек.

Предыдущий анализ позволяет сделать вывод, что в условиях сильно пронизываемого покрова роль фактора естественной зарегулированности рек подземным питанием в изменчивости годового стока настолько возрастает, что для малых рек доминирует над всеми другими природными факторами.

Очевидно, что и в равнинных условиях при разработке расчетных формул для вычисления коэффициентов вариации стока малых рек этим фактором нельзя пренебречь.

Водно-энергетический
институт Академии наук Армянской ССР

Ա. Ն. ՎԱԺՆՈՎ

Բանաձևեր ճարեկան հոսքի վարիացիայի գործակիցներ հաշվարկելու համար ջրարափանց ծածկույթի սլայմաններում

Ճարեկան հոսքի վարիացիայի գործակիցներ հաշվարկելու գոյութուն ունեցող էմպիրիկ բանաձևերը հիմնված են խոշոր հարթավայրային գետերի վրա կատարված դիտման մատերիալների վրա: Այդ բանաձևերը կիրառելի չեն փոքր լեռնային գետերի համար, որտեղ կարևոր դեր է կատարում հիդրոգեոլոգիական ֆակտորը:

Օգտագործելով Հայաստանի գետերի վրա եղած դիտումները, հեղինակը տալիս է նոր բանաձևեր լեռնային գետերի վարիացիայի գործակիցներ հաշվարկելու համար, որոնք հաշվի են առնում գետերի ստորերկրյա սնուցումը:

* Величина $\frac{Q_M}{Q_0}$ берется в процентах.

